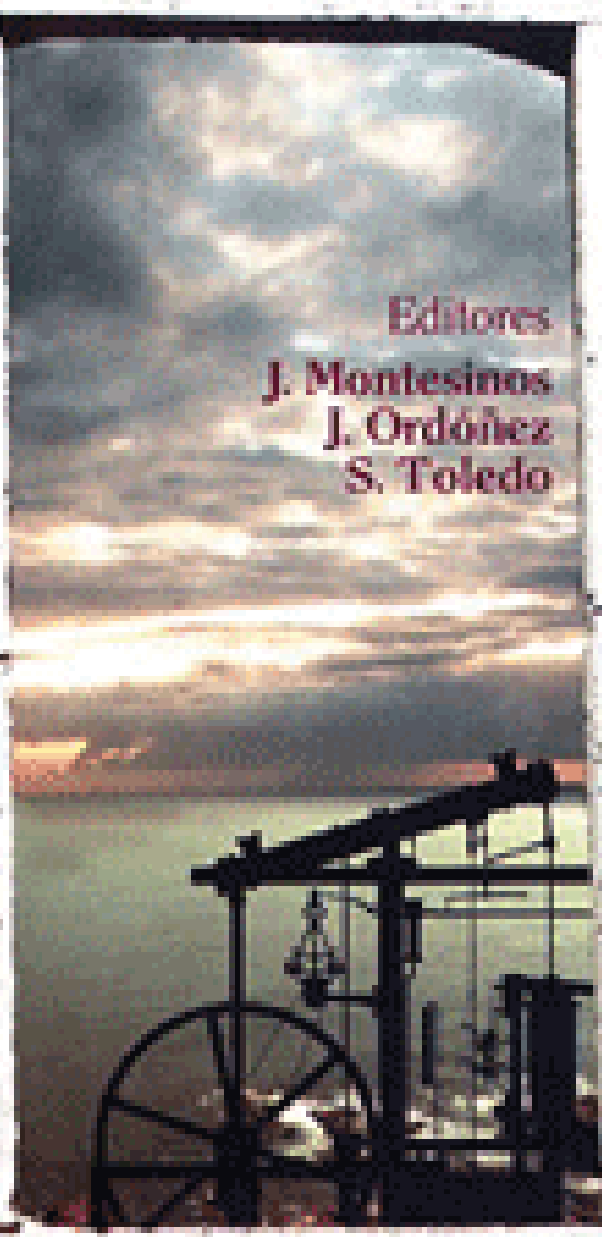
Ciencia y Romanticismo



Editores
J. Montesinos
J. Ordóñez
S. Toledo

Maspalomas Septiembre 2002

FUNDACIÓN CANARIA ORDÁVAS DE HISTORIA DE LA CIENCIA

ÍNDICE

Presentación 9
Prólogo 11

PARTE I. El Romanticismo en su contexto

1 *La motivación romántica de algunos científicos europeos a principios del siglo XIX*
JEAN DHOMBRES 19
2 *Filosofía de la naturaleza y ciencia: Schelling*
ANTONIO PÉREZ 43
3 *Ciencia, poesía, romanticismo*
NICOLE DHOMBRES 71
4 *El Romanticismo como programa científico. La protoastrofísica*
JAVIER ORDÓÑEZ 81

PARTE II. Romanticismo y vida

1 *Las Controversias de Goethe y la formación del carácter científico*
DENNIS SEPPER 104
2 *La fisiología de Schopenhauer*
MARCO SEGALA 133
3 *Romanticismo y Ciencia: el Caso de Franz Anton Mesmer*
GEREON WOLTERS 145

PARTE III. Figuras sobre fondo romántico

1 *Del Neohumanismo al organicismo: Gauss, Cantor y la matemática pura*
JOSÉ FERREIRÓS 165
2 *Figuras sobre un fondo romántico. Representantes de las ciencias físicas en Göttingen en la década de 1790*
JOHN L. HEILBRON 185
3 *¿Experimentos románticos? El caso de la electricidad*
FRIEDRICH STEINLE 207
4 *"Anschauung"* versus *visión matemática en Ørsted*
ANJA SKAAR 229

PARTE IV. El mundo humano como escenario

1 *Samuel Taylor Coleridge: Viaje por Ignotos Mares*
TREVOR H. LEVERE 257
2 *El mundo visto desde lo alto del Teide: Alexander von Humboldt en Tenerife*
MARIE NÖELLE BOURGUET 279
3 *Agustín de Betancourt: el modelo de la comunicación profesional de los ingenieros a finales del siglo XVIII y principios del XIX*
IRINA GOUZÉVITCH 303
4 *Expediciones científicas a las Islas Canarias en el período romántico (1770-1830)*
JOSÉ MONTESINOS SIRERA-JÜRGEN RENN 329

Índice de autores 355
Índice onomástico 357

PRESENTACIÓN

El Symposium Internacional Ciencia y Romanticismo, que se celebró en Maspalomas, Gran Canaria, en septiembre de 2002, reunió a destacados expertos en este tema, procedentes de diez países. Sus aportaciones merecieron de inmediato nuestro interés y resultó evidente que debíamos disponer de ellas en versión castellana, posibilitando así su acercamiento a un público más amplio.

Nos encontramos ante un libro que habla de matemáticas y de poesía, de historia y de filosofía de la Naturaleza, de expediciones y viajeros científicos europeos que vinieron a Canarias en ese período tan intenso de la Historia, al que designamos por Romántico, época que va desde la Revolución Francesa hasta bien avanzado el siglo XIX. Ese contenido interdisciplinar es uno de los rasgos distintivos de la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, Institución copatrocinada por la Consejería de Educación Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. Desde esta Dirección General de Ordenación Educativa les animo a continuar en su labor de formación del profesorado y de proyección de la cultura científica hacia ámbitos sociales cada vez más amplios.

Abril de 2003
Juana del Carmen Alonso Matos
Directora General de Ordenación Educativa

PRÓLOGO

Presentamos aquí el contenido del Symposium internacional *Ciencia y Romanticismo* organizado por la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, que se celebró en Septiembre de 2002 en el Centro Cultural de San Fernando de Maspalomas. Su principal objetivo era proporcionar una amplia visión del desarrollo de las ciencias y de sus conexiones con la filosofía, la literatura y el saber en general, durante el período comprendido entre la Revolución Francesa de 1789 y los fracasados alzamientos revolucionarios del proletariado europeo en 1848.

En las últimas décadas del siglo XX, algunos historiadores de la ciencia se han interesado por el Romanticismo de forma casi sorprendente, teniendo en cuenta el desdén que han mostrado casi siempre por ese "ismo". Así, algunos analistas de la ciencia, la cultura más hegemónica e impositiva de nuestra época, reivindican ahora el interés de un movimiento intelectual sobre el que generalmente se ha proyectado sólo pasiones estéticas y políticas en música, literatura y filosofía. A tales estudiosos les parece que hoy no bastan las virtudes de la Ilustración para explicar por sí solas la complejidad que ha adquirido el conocimiento científico. Piensan que el conocimiento ilustrado de la naturaleza y de los lenguajes matemáticos sufrió profundas mutaciones al entrar en contacto con el romanticismo. En un contexto mestizo, ese conocimiento sufrió mutaciones decisivas al fundar las ciencias particulares y divergentes del siglo XIX, y dio a luz las tecnologías emergentes y transformadoras en las revoluciones industriales que su mundo recibió como redentoras de la incuria y la ignorancia.

Por ello, para entender el tránsito entre el saber del *Ancien Régime* y las ciencias decimonónicas es necesario tomar en cuenta algo más que el papel de los sabios a lo largo de la Revolución Francesa. Y eso, aunque tal revolución sea el origen del movimiento político más proselitista de la historia, en forma de un nacionalismo constituyente de los nuevos estados que incorporó a su ideario el papel educador y organizador de las nuevas ciencias. Algunos historiadores creen ahora que no basta con atender al encanto del ingrediente ilustrado o *apolíneo* incorporado en las ciencias que heredamos de entonces. Defienden que es preciso contar con un cierto elemento *dionisíaco*, que afloró en el romanticismo, como si desde el Renacimiento hasta entonces hubiera circulado sólo en un torrente subterráneo e ignorado. Las ciencias se consideran ahora construcciones cognitivas que surgen en contextos de una gran complejidad donde se usan todos los ingredientes disponibles. Si las ciencias tienen como finalidad resolver problemas, al hacerlo siempre echan mano de todos los elementos que les proporciona la cultura del momento en que se producen los enigmas. Por eso es difícil mantener que las ciencias fundadas en las últimas décadas del siglo XVIII y primeras del XIX se mantuvieran al margen del huracán romántico.

Durante el symposium una serie de prestigiosos historiadores de la ciencia impartieron quince conferencias, acompañadas de sus correspondientes coloquios, a un público formado en su mayoría por profesores de enseñanza secundaria y de las dos universidades canarias. En la primera jornada, el matemático francés e historiador Jean Dhombres, tras explicar que la ciencia romántica había sido poco estudiada por comparación con la ciencia de la Ilustración o con la ciencia positivista, resaltó las influencias de la Revolución del 89 en el panorama científico francés, tanto en lo concerniente a los profundos cambios que experimenta la enseñanza de las ciencias, como en lo que atañe a los objetivos, intereses y procedimientos científicos, marcando las diferencias entre el espíritu de gentes como Lavoisier y Lagrange respecto a los jóvenes como Fourier o Argand. A continuación el profesor Antonio Pérez Quintana, de la Universidad de La Laguna, expuso las relaciones mutuas entre la ciencia y la filosofía de

la Naturaleza tal como se presentan en las primeras obras del máximo exponente de la *Natürphilosophie* alemana, Friedrich Schelling, poniendo de relieve su profunda influencia en diversos ámbitos de la cultura de la época y sus diferencias con las posiciones de Fichte y Hegel. Dentro de una concepción siempre unitaria de la Naturaleza, Schelling trató de conectar las fuerzas que operan en los procesos químicos, eléctricos y magnéticos. Finalmente la historiadora francesa Nicole Dhombres recorrió la historia de la poesía descriptiva en Francia entre 1730 y 1830. Ese género literario, usado para cantar los logros de la ciencia -en especial de la astronomía- y de los héroes científicos como Newton, tuvo una presencia destacada en la cultura de la Ilustración, pero entró en decadencia en la época romántica, justo cuando los poetas y literatos -como parte de la elite cultural pos revolucionaria- habían recibido una sólida formación obligatoria en ciencias; es el caso de Lamartine, de Musset, Stendhal o Víctor Hugo.

La segunda sesión se abrió con una conferencia de Dennis Sepper, profesor de la Universidad de Dallas, sobre las controversias de Goethe y la formación del carácter científico. Conectando elementos biográficos -estudios, viajes, amistades- con los textos científicos polémicos, en especial aquellos contra la teoría newtoniana de la luz y los colores, los de la pugna con Knebel sobre el método científico, y su intervención en la controversia entre Cuvier y Saint-Hilaire sobre estructuras morfológicas de los seres vivos, Sepper intentó plasmar la visión goethiana sobre las formas adecuadas de hacer ciencia. A continuación, Marco Segala, profesor de la Universidad de L'Aquila, derivó de la filosofía de Schopenhauer del Mundo como Voluntad la permanente importancia de la fisiología científica para el pensador alemán, que pretendía validar sus ideas metafísicas mediante las aportaciones de la ciencia de su época. El propio filósofo realizó cuidadosamente una serie de investigaciones, bajo la influencia de Blumenbach y Kielmeyer, sobre fisiología de la visión y temas de neurofisiología. Finalmente, el profesor de la Universidad de Konstanz, Gereon Wolters, estudió el caso del médico austríaco Franz Antón Mesmer, cuyas teorías sobre el magnetismo animal y sus terapias mediante el fluido magnético animal adquirieron tanta relevancia en París que el propio rey Luis XVI encargó a una comisión de relevantes científicos -como Lavoisier y Jussieu- la confección de un informe sobre la validez científica de la teoría y las prácticas del mesmerismo.

La tercera sesión se inició con la conferencia de José Ferreirós, profesor de la Universidad de Sevilla, quien tras rechazar la usual identificación entre romanticismo e idealismo absoluto puso de relieve la importancia del movimiento neohumanista -Herder, Kant, Goethe, Humboldt- en la cultura alemana del momento, al que caracterizó por su espíritu antiutilitario y por la reivindicación de la unidad de enseñanza e investigación. Estudió la influencia del neohumanismo en la obra matemática de Gauss y la posterior influencia del organicismo en los orígenes de la teoría de conjuntos de Cantor. A continuación, John Heilbron, historiador de la ciencia y profesor de la Universidad de Berkeley, disertó sobre la situación de las ciencias físicas en Alemania hacia finales del siglo XVIII. Tomando como modelo la Universidad de Góttingen, tras analizar el modelo estándar de los fluidos imponderables, bien establecido ya hacia 1790, describió la fría, cuando no hostil, recepción prodigada por los físicos de aquella universidad a las nuevas teorías físicas que se apartaban de dicho modelo, como la química física de Lavoisier o la física matemática de Coulomb. Señaló el contraste con la mejor acogida que tuvieron los experimentos de Volta y Galvani, haciendo hincapié asimismo en la influencia de las ideas de Kant y Schelling sobre la física alemana del período 1780-1820. Friedrich Steinle, investigador del Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia cerró la jornada haciendo un recorrido por las formas de experimentación características de los físicos que consolidaron el electromagnetismo en la primera mitad del siglo XIX, como Oersted, Schweigger, Poggendorf, Davy, Ampère, Biot y Faraday. Distinguió dos tipos básicos de experimentación. El primero, exploratorio,consiste en la variación de los parámetros para obtener regularidades empíricas. El segundo, verificativo, consiste en la comprobación de los efectos predichos

por una teoría. Acabó señalando que no hay ninguna práctica investigadora específicamente romántica en la física de la época.

Trevor Levere, profesor de la Universidad de Toronto, comenzó la cuarta sesión con una conferencia sobre los viajes -imaginarios y reales- del gran poeta inglés Samuel Taylor Coleridge, quien hacia 1800 pensó establecerse en Canarias por razones de salud, proyecto nunca realizado. Estudiando su copiosa correspondencia Levere expuso las diversas formas en que múltiples elementos de la literatura de viajes del XVII y XVIII fueron aprovechados por Coleridge para transformarlos en ficción, proceso que ejemplificó con la elaboración de la *Balada del viejo marino*. Intervino luego Marie-Noelle Bourguet, profesora de la Universidad París 7 Denis Diderot, que se centró en la filosofía de la Naturaleza de Alexander von Humboldt. A través de sus diarios, sus cuadernos de viaje y su correspondencia, Bourguet fue desgranando las ilusiones, intereses y procedimientos de trabajo del polifacético científico alemán, prestando especial atención a su estancia en Canarias y a la posterior presencia del archipiélago en su obra *Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente*, y más tarde, en *Cosmos*. Irina Gouzévitch, investigadora del Centro Alexandre Koyré de París, estudió la figura del famoso ingeniero canario Agustín de Betancourt, a lo largo de sus estancias en la corte madrileña, en el exilio parisino y finalmente en San Petersburgo, al servicio del zar. La conferencia se centró en el análisis de los canales de comunicación profesional entre los ingenieros europeos entre 1780 y 1830, época en la que los agitados acontecimientos políticos dificultaban las relaciones culturales entre las naciones europeas.

La quinta y última sesión se abrió con la intervención de Anja Skaar Jacobsen, profesora de la Universidad de Aarhus, sobre Hans Christian Orsted, descubridor del electromagnetismo y prototipo del científico romántico. Frente a la física mecanicista y su programa de cuantificación y representación matemática de la Naturaleza, Orsted defendió un enfoque más especulativo y cualitativo a la hora de elaborar teorías físicas a partir de los experimentos, acorde con su concepción dinámica y organicista de la Naturaleza. Para Javier Ordóñez, profesor de la Universidad Autónoma de Madrid, el romanticismo mantuvo respecto a la ciencia de su época una defensa de la pluralidad de los métodos y enfoques, así como un juicio ambivalente respecto a su utilidad social. Ordóñez defendió que los programas científicos de Goethe y de Schelling no fueron los únicos relevantes y como prueba expuso la situación de la astronomía entre 1750 y 1850, centrándose en la obra de J. H. Lamben y los hermanos William y Carolina Herschel, iniciadores de la astrofísica. La conferencia de clausura fue impartida al alimón por Jürgen Renn, director del Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia de Berlín, y José Montesinos, director de la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia. Disertaron sobre las características de las principales expediciones científicas a Canarias en el período romántico (1770-1830), en particular las de Baudin-Ledru (1796) Leopold von Buch y Christian Smith (1815), sin olvidar la breve estancia en Tenerife de Alexander von Humboldt (1799). Precisamente las instituciones que ambos dirigen colaboran actualmente en el Proyecto Humboldt, cuyo objetivo es la localización y edición digital de los principales documentos científicos resultantes de las expediciones científicas europeas a Canarias durante los siglos XVIII y XIX, para ponerlos a disposición de los estudiosos e interesados de todo el mundo a través de Internet. Entre las principales conclusiones del Symposium podríamos destacar:

I. Que el espíritu romántico característico de la literatura y el arte europeos tuvo la suficiente influencia en diversas ciencias -matemáticas, física, química, astronomía, medicina- como para poder afirmar, desde el punto de vista historiográfico, la presencia del romanticismo en la ciencia, aunque no tanto como para que pueda hablarse de ciencia romántica en términos sustantivos, al igual que hablamos de ciencia mecanicista o positivista.

II. La enorme importancia que tuvo la creación de nuevas instituciones de enseñanza científica:

- caso de Alemania a principios del XIX o la reforma de las antiguas

- caso de Francia tras la Revolución de 1789 y el papel destacado que jugó la sólida formación matemática impartida por esas instituciones en la renovación científica y cultural de ese período.

III. La existencia entre los científicos de la época de distintas concepciones acerca de qué es la ciencia y cómo debe hacerse, y en particular, sobre la relación entre matemáticas y conocimiento científico, y entre teoría y experimentación.

IV. El nuevo rol y estatus social que adquieren los científicos en cuanto actores destacados y necesarios del progreso de la civilización, y por ello, benefactores de la Humanidad, así como la importancia de la creación de los Cuerpos y Escuelas de Ingenieros, que fueron admitidos por entonces en el gremio de los científicos, creándose canales de comunicación profesional entre los ingenieros europeos.

V. La gran relevancia que tuvieron las expediciones científicas europeas -privadas o institucionales- a otros continentes para transformar la visión de la Naturaleza, así como la creciente pertinencia de las imágenes, como cuadros, grabados, dibujos, y de los útiles del trabajo de campo, como instrumentos, cuadernos de viaje, mapas, esbozos, tablas, en la práctica científica.

VI. La contraposición entre la romántica Filosofía de la Naturaleza alemana, con Schelling como máximo valedor, que sentaba como presupuesto la unidad de la Naturaleza y una multiplicidad de vías para estudiarla, y la metodología newtoniana de la filosofía natural, que imponía como única vía la matematización de una Naturaleza compartimentada en disciplinas independientes.

Nuestro agradecimiento a los relatores que moderaron las sesiones, Javier Moscoso de la Universidad de Murcia, Jesús Hernández y Dolores Martín de la Universidad Autónoma de Madrid y Sergio Toledo de la Fundación Orotava. Agradecemos también su participación a los autores de los "posters" que se presentaron durante la celebración del congreso: Inmaculada Perdomo, Margarita Santana, Amparo Gómez, Susana Medina, Samuel Doble, Ángeles Macarrón, María José Guerra, Ana Hardisson, Clara Curell, Cristina Uriarte, José Oliver, Pilar González y Leonor González.

Dejamos constancia aquí, de la entusiasta colaboración en las tareas de organización del symposium, de los miembros de la Fundación Canana Orotava de Historia de la Ciencia de Tenerife y Gran Canaria, así como de la gentileza y hospitalidad de los miembros del Centro Cultural de San Fernando de Maspalomas. Gracias a todos ellos.

Finalmente, nuestra gratitud a las Instituciones que patrocinaron el Symposium: la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, el Cabildo Insular de Gran Canaria, la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y el Ayuntamiento de San Bartolomé de Tirajana.

JOSÉ MONTESINOS
JAVIER ORDÓÑEZ
SERGIO TOLEDO

LA CIENCIA ES JOVEN. UNA AVENTURA POSITIVA, AUNQUE NOSTÁLGICA, ENTRE LAS RUINAS DE LOS VIEJOS MUNDOS. LA MOTIVACIÓN ROMÁNTICA DE ALGUNOS CIENTÍFICOS EUROPEOS A PRINCIPIOS DEL SIGLO XIX.

Jean Dhombres

Cualquier investigación sobre lo que significó el romanticismo para el desarrollo histórico de la ciencia tiene que empezar con algunas oposiciones tópicas. Se resumen de la mejor manera mediante dos "ismos": positivismo versus romanticismo. Por un lado tenemos la oposición entre las virtudes burguesas de desarrollo y progreso que los científicos supuestamente sustentaban y la aversión expresada por la mayor parte de los románticos respecto a la burguesía. Tenemos también la oposición entre la visión de futuro que la ciencia ofrece y la mirada hacia el pasado, que todos los escritores de la escuela romántica recordaban con nostalgia. Y tenemos finalmente la oposición entre el mundo subjetivo de las fantasías humanas y el mundo objetivo que describían los científicos. Pero como Henri Gouhier, el más dotado biógrafo de Comte[1], mostró con sarcástico placer hace 70 años, tenemos asimismo la oposición, dentro del propio positivismo, entre la vida de su fundador como una novela y su sistema filosófico en forma de tratado.

Una vida romántica para el creador del positivismo no romántico

Auguste Comte empezó su vida muy lejos de París, en el sur de Francia en 1798, en una familia de la pequeña burguesía. Después de su llegada a

1 Henri Gouhier, *La jeunesse d'Auguste Comte et la formation du positivisme, Paris, 1936-41*

París, con 18 años y por razones políticas fue expulsado de la Escuela Politécnica, que supuestamente le iba a asegurar el éxito social que merecía su talento para las ciencias. Para sustituir a la nobleza, la Revolución francesa había institutido la selección de la élite y ese sistema selectivo se mantuvo de mala gana por los Borbones, a su vuelta al trono en 1815, una vez que el segundo gobierno del excéntrico y romántico Napoleón se derrumbó en las llanuras de Waterloo. Comte tuvo entonces que dejar a su mentor, Claude Henri de Rouvroy, conde de Saint-Simon, que soñaba con un gobierno grandilocuente dirigido por científicos, economistas e ingenieros. Comte enloqueció durante una temporada y tuvo que ser atendido en la residencia de moda para alienados del doctor Esquirol. Se casó con una prostituta a la que quería redimir de su destino, pero finalmente tuvieron que vivir separados. Pese a todo, en 1830 requirió a toda persona relevante en el mundo intelectual y científico parisino para que asistiera a su *Curso de Filosofía Positiva*. En el estilo romántico de la profecía intelectual, estaba seguro de proporcionar la nueva filosofía para un siglo nuevo, abarcando todas las actividades humanas en una ciencia del hombre, que se convirtió en la Sociología. Durante dos años, Comte acrecentó su adoración por Clotilde de Vaux y, tras su repentina muerte, transformó su adoración en una religión. En una escena fantástica y melancólica que bien pudo imaginar Hoffmann en 1817 en alguna de sus *Nachtstücke,* Comte pasó una noche entera velando su cadáver, impidiendo a todo el mundo, incluso a la familia, entrar en la habitación.

Esto por lo que respecta a la vida de Comte. Sin embargo, en su *Curso de Filosofía Positiva* no hay ficción ni romance. El esquema positivista del desarrollo de la mente humana según tres edades o estadios sucesivos (teológico, metafísico y positivista) determinó tan ampliamente la secuenciación usada desde entonces por los historiadores de las ideas que impidió que los historiadores de la ciencia evocaran algo parecido a una ciencia romántica. Excepto al describir las vidas románticas de los nuevos héroes, celebrados con regularidad en el calendario positivista. El hombre solitario a causa de su genio, al que Napoleón puede simbolizar, responsable de las conquistas intelectuales y materiales en favor de todo el mundo, se convirtió en un tópico del romanticismo: "Mi vida es una novela" dijo en la isla de Santa Helena el prisionero todavía capaz de detectar nuevas tendencias[2]. Y ese estilo se halla bien representado en las biografías de científicos, tal como fueron concebidas, para instrucción del público general, por François Arago, tras ser nombrado en 1830 secretario perpetuo de la Academia de Ciencias francesa de París. El género se puso de moda en toda Europa, al igual que los diarios de viaje, y fue quizá mucho más apreciado que los autores del movimiento literario llamado romanticismo. Cuando Arago describía a Joseph Fourier, Alessandro Volta, Thomas Young o James Watt,

2 Las Cases, *Le Mémorial de Sainte Hélène*, París, 1823.

científicos recién desaparecidos, proclamaba que la ciencia era una aventura. La verdadera aventura era conquistar la gloria en un nuevo mundo en construcción, o mejor dicho, en el mundo moderno. Por ello Arago citaba con placer el epitafio escrito por Lord Brougham en honor de Watt, muerto en 1829, lamentando que no hubiera sido nombrado par del reino, tal como Francia había hecho con Laplace:

> James Watt, que al dirigir la fuerza de un genio original ejercido tempranamente en la investigación filosófica para el desarrollo de la máquina de vapor, acrecentó los recursos de su país, aumentó el poder del hombre y alcanzó un lugar eminente entre los más ilustres seguidores de la ciencia y verdaderos benefactores del mundo.[3]

No hay duda de que esta presentación de un intelectual –no se define a Watt como científico o ingeniero, sino como un hombre que filosofa libremente– obtiene su tono moral a la manera romántica y revolucionaria: "benefactor de la humanidad" es la expresión usada por Lavoisier en julio de 1793 para justificar el mantenimiento de una Academia de Ciencias en la recién fundada República[4]. Lavoisier usaba la retórica revolucionaria, según la cual el desarrollo universal se consideraba el fruto natural del desarrollo nacional, siempre que la nación fuese una república[5]. El epitafio de Watt responde a la misma lógica, dejando de lado el aspecto político. Con esa misma lógica, opuesta a cualquier sesgo nacional, Comte justificaba poner en su calendario nombres de científicos en vez de santos.

El papel de la historia en las actividades científicas

El epitafio de Watt puede aportar motivación al trabajo del científico. La palabra "trabajo" era nueva, pero importante, en el léxico revolucionario de la élite, con la desaparición de lo que el ocio –*otium*– significaba tradicionalmente para un intelectual, incluyendo el tipo de curiosidad activa que había promovido el siglo XVIII. Incluso para ser un benefactor el científico debía realizar su trabajo como un obrero. Sin embargo, no podemos usar solamente la razón abstracta y ahistórica o el desarrollo lógico para el contenido de la ciencia y dejar el romance sólo para las vidas de los científicos, como si fueran meros actores que hubieran vivido durante la época romántica. Para cualquier interesado en tener una perspectiva histórica de la cien-

3 François Arago, "James Watt", biografía leída en el Instituto, el 8 de diciembre de 1834, en *Œuvres complète*s de François Arago, J.-A.Barral (ed.), t. 1, Paris, Gide y J. Baudry, 1854, p. 477.

4 Véase Lavoisier, *Œuvres*, t. , 1793.

5 Jean Dhombres, *Quelle fut la part du "national" dans le bilan postrévolutionaire des Lumières en Europe ?* Annales Hist. Rév. Fr, 2000, 2, pgs. 197-211.

cia como empresa cognoscitiva, la cuestión interesante es comprender si la calificación romántica de benefactor de la humanidad, o simplemente benefactor de la nación, en cuanto nueva representación del papel del científico en la sociedad, ayudaba o guiaba a los científicos al hacer ciencia. ¿Aportó motivación a su trabajo? ¿Podemos detectar durante el período romántico un nuevo ethos científico y una nueva forma de "libido sciendi"? Esas son las cuestiones que voy a tratar ahora.

Tan pronto como he enunciado esas preguntas debo asumir una actitud reflexiva sobre las razones que me han llevado a elegirlas. Podría haberme centrado fácilmente en las vidas de los científicos, no sólo para explorar las oposiciones entre ficción y ciencia con las que empecé, sino también para comprender el trabajo del científico a partir de su propia vida[6]. Pero explorar las vidas de los científicos exigiría primero rehabilitar la centenaria cuestión sobre la psicología del científico, que se halla en los inicios de la psicología científica y positiva. Fue rechazada sistemáticamente por la mayor parte de los historiadores de la ciencia, incluso por aquellos como Gaston Bachelard, que tan interesado estuvo en el psicoanálisis de la creatividad. Así pues, a causa del positivismo, no contemplaré el romanticismo como una postura de los científicos en sus vidas, a pesar de que muchos de ellos sufrieron de esplín[7], una nueva forma de la antigua melancolía que Aristóteles atribuía al genio.

> Razones por las cuales son obviamente melancólicos todos aquellos que han sido hombres excepcionales, en filosofía, en política *(politiké)*, en poesía y en las artes (tecnaV).[8]

Me mantengo dentro de este campo nacido con el positivismo, la historia de la ciencia, de modo que sencillamente voy a indagar en las relaciones entre ciencia e historia. Pero lo voy a hacer en una dirección bastante inusual. Para precisar la cuestión del trabajo de un científico, y de su resultado, ciencia, voy a investigar cómo la posición sobre el significado de la Historia puede haber influido sobre la producción científica a comienzos del siglo XIX.

Una vez más debo analizar mi elección. De hecho, no puedo dejar de lado el efecto del nuevo siglo, puesto que fue celebrado a menudo por Stendhal, Musset, Goethe o Coleridge, todos ellos asociados generalmente al romanticismo. El nuevo siglo era por necesidad el no muy feliz heredero de la Revolución, y no sólo en Francia, tal como atestiguan las pinturas y

---

6 Es lo que hice hace tiempo cuando escribí una biografía bastante extensa de Joseph Fourier. Jean Dhombres, Jean-Bernard Robert, *Fourier, créateur de la physique mathématique*, Berlín, 2000.

7 Véase la melancolía de Lagrange descrita por el historiador George Sarton o el desánimo de Cauchy a la edad de 24 años. Jean et Nicole Dhombres, *Naissance d'un pouvoir. Sciences et savants en France (1793-1824)*, Payot, París, 1989.

8 Véase Jackie Pigeaud, *Aristote. L'homme de génie et la mélancolie*, texto griego y traducción francesa del problema XXX de Aristóteles, 1, París, Rivages, 1988.

grabados de Goya. Jean Starobinsky, en su libro sobre *1789 y los emblemas de la razón*, hace una referencia a Goya, quien aporta algunos pasos preparatorios del romanticismo, y concede a la búsqueda de los orígenes por el pintor español, o a lo que yo he llamado investigación de una historia, una fuerza muy diferente a la del usual retorno a la Antigüedad.

> El origen para Goya (como para Diderot y pronto para los románticos) no es un principio ideal, sino una energía vital.[9]

Echemos una ojeada a la terrorífica ilustración de Saturno, que es Chronos o la Historia, devorando a su hijo. En unas páginas inspiradas el historiador del arte Elie Faure comentaba que Goya había explorado todas las experiencias intelectuales del pasado y podía ser un Watteau, un Dante, un Rembrandt, un Callot o un Hokusai, abarcando, pues, todas las historias.

> Es Goya, un campesino español, bromista y sentencioso, pilluelo feroz, filósofo furioso, un visionario imposible de detener en una forma, con algo de alegre, malvado, lúbrico y noble a partes iguales al mismo tiempo.[10]

¿Cómo devoraba la ciencia su pasado en ese mismo período? Incluso si aún se debate, respecto a las diversas artes y los distintos países, las definiciones culturales o estilísticas del adjetivo "romántico" o del sustantivo académico "romanticismo", y aunque se las use con reluctancia en la terminología epistemológica, ambas palabras se hallan realmente vinculadas a la historia. Como ya hemos visto, tenemos la historia de un genio particular cuya vida se halla intrínsecamente entretejida con el progreso intelectual, y es celebrado por ello, pero tenemos también la historia de un período de tiempo que reacciona respecto a un pasado destruido para definir la modernidad, en el que la ciencia se veía menos como una construcción por venir que como un mundo siempre en construcción. Así pues, una gran parte del éxito del positivismo entre la burguesía triunfante, clase que los miembros de la escuela romántica decían despreciar, se debe a la forma de explicar científicamente el progreso como una Historia hecha por el hombre, y a pesar de ello, necesaria. Se trata, por tanto, de crear una ciencia, la ciencia del progreso, alimentada por la Historia vista como educación del hombre para su futuro. El positivismo explicaba la historia intelectual como una conquista, que exigía la energía vital que mencionaba Starobinski respecto a Goya, para emprender algunos pasos necesarios y demoler otros. Para contemplar la ciencia en acción, o para comprender la producción científica durante la era romántica, siguiendo en parte el notable análisis de Gusdorf[11], voy a

9 Jean Starobinsky, 1789. *Les emblèmes de la raison*, Paris, 1979, Flammarion, p. 132

10 Elie Faure, *Histoire de l'art*, II, J.J. Pauvert, Paris, 1961, p. 140.

11 Georges Gusdorf, *Les sciences humaines et la pensée occidentale. Fondements du savoir romantique*, vol. 9, *Du néant à Dieu dans le savoir romantique*, vol. 10, Payot, Paris, 1984.

caracterizar el romanticismo por su interpretación del pasado humano como un movimiento situado entre –pero no necesariamente después de la Antigüedad, el cristianismo, el Renacimiento, la Ilustración y la Revolución, y desde luego, no separado del Antiguo Egipto, recuperado para la imaginación gracias a un grupo de científicos jóvenes que se convirtieron en arqueólogos, abriendo camino hacia una nueva profesión. El romanticismo recreaba la historia del pensamiento humano, y los inventos eran los jalones de esa historia, heredada sólo parcialmente por el mundo moderno, ya que una parte se había perdido con el paso del tiempo y la desintegración de los imperios. En esto yace la mayor oposición al positivismo, para el que la regla del progreso era el olvido de buena parte del pasado.

Puesto que la cuestión es saber si la actitud romántica hacia la Historia, e incluso hacia su propia historia, ayudaba o motivaba a los científicos en su tarea creativa, un primer indicio afirmativo reside en las contradicciones que este emplazamiento histórico y subjetivo provocaba respecto a los valores universales de objetividad atribuidos al conocimiento científico desde Aristóteles, y capitalizado como progreso por el positivismo. Tales contradicciones pueden considerarse como una melancolía colectiva, la otra cara del gusto por las ruinas y el destino destruido en la Europa de comienzos del siglo XIX. El romanticismo descubrió que la razón humana, pese a lo coherente que pueda ser a largo plazo, había tenido sus épocas, todas ellas ya arruinadas, pero conservando todavía su belleza y su verdad para el presente. ¿Podía evitarse este sentimiento por quienes hacían historia de la ciencia?

Cuando en la Pascua de 1802, con motivo de la firma oficial del Concordato entre Bonaparte y Pío VII, Chateaubriand publicó *El genio del Cristianismo*, gran parte de su éxito se debió a presentar la Cristiandad como Historia. Su culto exhibía la belleza de las cosas pasadas, al haber tomado la Cristiandad los mejores valores humanos de Grecia y Roma, aunque fueran mundos ya desaparecidos. A la vez Chateaubriand podía festejar el nuevo siglo, que llegaba tras el período crítico de la Ilustración, lo que hacía posible saborear el pasado cristiano de forma estética y como inocencia perdida. Muchos científicos del período, conscientes del difícil desarrollo de la ciencia, no olvidado aún el caso Galileo, estaban buscando también la inocencia del espíritu.

Chateubriand condenó el sistema decimal porque había sido un invento de los científicos que se beneficiaron con el jaleo de la Revolución. Se dio cuenta de cómo borraba la memoria del pasado, cuando aún había onzas, libras y millas, y no la letanía de kilo, hecto, deca, nombres abstractos para unidades abstractas. El sistema decimal caracterizaba una tendencia hacia la universalidad que reducía el mundo a cantidad, y el álgebra decimal mental que requería –en vez de las proporciones usuales y tradicionales– se adecuaba tanto al puro cálculo que reducía a mera actividad mercantil a la nación que lo usaba. Además, por su precisión los decimales estaban hechos para los libros de cuentas y despojaban la aventura humana de todo misterio. Escalar una montaña se reducía a medir su altura y una expedición científica a Australia a un presupuesto de costes. Sin un mínimo de miste-

rio no había acción humana posible, ni siquiera para los científicos. Friedrich von Hardenberg, más conocido como Novalis, lo expresaba a la manera que pondrá de moda la *Natürphilosophie*:

> Wenn nicht mehr Zahlen und Figuren /
> Sind Schlüssel aller Kreaturen /
> Wenn die, so singen oder küssen, /
> Mehr als die Tiefgelehrten wissen, /
> Wenn sich die Welt ins freie Leben /
> Und die Welt wird zurückbegeben.
>
> Cuando ya los números y las figuras /
> no sean la clave de todas las criaturas,
> y los que cantan o besan amorosos /
> sepan más que los estudiosos, /
> cuando el mundo sea libertad /
> para sí mismo y su vitalidad.[12]

Mediante la reafirmación del pecado original adánico –haber degustado los frutos prohibidos del árbol del conocimento– Chateaubriand deseaba probar que la Cristiandad siempre había orientado bien la curiosidad científica del hombre. Era una maldición que esa curiosidad se hubiera extendido tanto durante la Ilustración, debido a las matemáticas y sus poderes analíticos, de manera que parecía posible borrar del mundo cualquier misterio. De modo paradójico, Chateaubriand estaba demasiado orgulloso del nuevo siglo –y esta es la inconfundible parte romántica– para evocar simplemente las serias dificultades de los científicos. La terrorífica representación que en 1795 hizo Blake de Adán castigado en sus *Songs of experience* es muy apropiada para expresar esa contradicción, y un interrogante respecto a la Historia, el hombre desposeído de su verdadero origen. Adán, que luce avejentado, con sus largas greñas cayendo sobre su joven y dinámico cuerpo desnudo, avanza todavía hacia Dios, su origen; rechaza la otra dirección, su futuro, simbolizada por el caballo que galopa montado por Dios, que gobierna un cosmos en llamas.

Coleridge prefirió iniciar su *Balada del viejo marino* con la destrucción del pájaro de la buena suerte por inspiración satánica, que se halla en el origen de su poema:[13]

> And I had done a hellish thing /
> and it would work'em woe /
> for all averred, I had killed the bird /
> Thad made the breeze to blow.[14]

12 Novalis, *Wenn nicht mehr Zahlen und Figuren.*

13 *Dios juzgando a Adán*. William Blake, Tate Gallery.

14 Samuel Taylor Coleridge, *The Rime of the Ancient Mariner.*

> Y yo había hecho algo infernal /
> que aflicción les iba a causar: /
> Porque todos afirmaban que yo había matado al ave /
> que hacía la brisa soplar.

¿Cómo se interpretaba o se vivía dentro de la ciencia esa contradicción romántica fundamental entre lo viejo y lo joven?

Joven y viejo: la interpretación romántica del conflicto generacional

Debido sobre todo a que la ciencia como moralidad había quedado empañada por la Revolución, a que el progreso disipaba cualquier misterio en beneficio de todos y a que la certeza se alcanzaba mediante pruebas humanas, los científicos comenzaron a ser vistos como profetas. Se les consideraba preparadores de una nueva sociedad, a pesar de cierta profunda nostalgia por los diversos mundos del pasado, cuando el misterio era por doquier la esencia del conocimiento, e incluso un acicate para un mayor conocimiento. La ciencia se estaba convirtiendo en una función paternal y religiosa para la humanidad, de modo que el científico tenía que ser un anciano y su conocimiento debía proceder del mundo antiguo. Esa visión chocaba con la evidente juventud de los científicos. El contraste romántico entre lo viejo y lo joven, presente en un poeta como Musset, se limitaba exclusivamente a lo joven en el retrato de Joseph Fourier[15]. Se le representa enseñando matemáticas hacia 1798 en la misma Escuela Politécnica donde Lagrange actuaba como el Néstor de la ciencia. Casi de la misma edad que el general Bonaparte, Fourier exhibe la misma juventud, el mismo entusiasmo por la difusión del conocimiento científico, preparando por tanto un nuevo mundo, como también lo preparaba Bonaparte.

Se representa a Bonaparte[16] con la energía de César, y el retrato de Fourier es realmente el primero que tenemos de un científico –y de un profesor (no universitario)– con apariencia juvenil y pleno de vitalidad; tiempo después Boilly representará a un Fourier burgués y apacible, siendo ya secretario perpetuo de la Academia de Ciencias y habiendo alcanzado la gloria gracias al difícil reconocimiento de su libro sobre la *Teoría Analítica del Calor.*

Cuando en 1822 apareció el libro de Fourier[17], una parte estaba escrita con un estilo extraordinario, proclamando que la teoría recién establecida iba a durar siempre. Esta ambición romántica era precisamente efecto del pecado original adánico, según Chateaubriand, y una negación de la inevitable decadencia de los efectos del tiempo.

15 *Retrato de Fourier*, por Dutertre, 1798.
16 *Bonaparte en Arcole*, por Gros.
17 Joseph Fourier, *Théorie analytique de la chaleur*, Paris, 1822, p. xxi.

> Las nuevas teorías que se explican en nuestra obra se han unido para siempre a las ciencias matemáticas y se basan, como ellas, en fundamentos invariables; conservarán todos los elementos que hoy poseen y adquirirán continuamente mayor extensión.

Se presentaba la teoría de Fourier como una historia exitosa porque de hecho había una historia romántica que Fourier quería recordar. Como anotaba con entusiamo Comte hacia 1830, Fourier trabajaba sólo con fenómenos para elaborar su teoría del calor, y sus descubrimientos en matemáticas fundamentales, las series e integrales de Fourier, no fueron accidentales. Era el propio lenguaje de la Naturaleza para producir fenómenos, y esto no era una versión de la *Natürphilosophie*, sino una filosofía de la Naturaleza. Fourier conservó esta idea denominando *modos propios* o *naturales* a las soluciones más simples de la ecuación diferencial parcial, la ecuación del calor, que había descubierto y de la cual se deducían todas las demás funciones. La Naturaleza era compleja (una función arbitraria para representar la distribución de la temperatura) simplemente porque los fenómenos naturales tenían que ser analizados para ser producidos.

Tanto Lagrange como Laplace rehusaron aceptar el descubrimiento de Fourier, sin negarle que hubiera encontrado la verdadera ecuación. La generación más vieja, tan orgullosa del análisis y el cálculo, encontraba imposible que un fenómeno físico como la propagación del calor fuera simplificado de ese modo, sin ninguna aproximación. Fourier era demasiado heredero de ambos como para poder reconocer su éxito. Fue necesario que Fourier entrara en la Academia, y más aún, que llegara a ser secretario perpetuo, para conseguir la publicación de su manuscrito de 1807, en el que apenas cambió nada. Puesto que sus ideas habían sido naturales, así lo declaraba él mismo, incluso aunque hubiese vías técnicamente más directas para llegar a sus resultados, su método era el método humano correcto o incluso el método de Dios, y en todo caso, el método sempiterno para entender la propagación del calor. El modo en que las oposiciones entre los siglos XVIII y XIX fueron resueltas por Fourier, es el que encontramos en un poema que Alessandro Manzoni escribió sobre la muerte de Napoleón en 1821, justo un año antes del libro de Fourier. Esos versos fueron traducidos de inmediato por Goethe y celebrados por Lamartine:

Ei si nomò: due secoli /
L'un contro l'altro armato /
Sommessi a lui si volsero, /
Come aspettando il fato; /
Ei fe' silenzio, ed arbitro /
S'assise in mezzo a lor.

Les dio su nombre: dos siglos /
en armas uno contra otro,/
se vuelven hacia él obedientes /

esperando su destino./
Silencioso y como juez /
se sentó entre ambos.

Actuando como historiador en su *Vorlesungen über die Entwiclung der Mathematik im* 18 *Jahrhundert*, en un libro publicado después de la Primera Guerra Mundial, el ya anciano matemático de Gotinga Felix Klein insistía en el nuevo espíritu introducido en la ciencia por la escuela donde enseñaba Fourier. Klein la caracterizaba por su juventud y el entusiasmo por el poder analítico de la mente, ligado a un nuevo rigor con supuesta validez perenne, y sin olvidar el tan romántico tema del contacto personal con los creadores.

> Desde que aquellos que eran ante todo matemáticos fueron contratados como profesores en ese asombroso taller, no fue sorprendente que los logros de la escuela se elevaran a cimas extraordinarias. Lo que se debió en parte al celo de los jóvenes, que en clase, en los talleres artísticos y en los laboratorios estaban expuestos a la influencia personal de importantes y estimulantes profesores.[18]

Existía una formación intelectual que Stendhal, con 16 años, descubrió en Grenoble. Un retrato de grupo, realizado en 1798, muestra muchos rostros jóvenes, y entre ellos Henri Beyle, alias Stendhal, todos de la Escuela Central de la ciudad, y todos teniendo que aprender matemáticas duras, como él mismo recuerda en su *Vie de Henry Brulard*, con el objetivo de prepararse colectivamente para la Escuela Politécnica y alcanzar así un progreso social hacia la notoriedad y el poder mediante la ciencia. Stendhal tenía cierta dificultad en reconocer que el aprendizaje colectivo del álgebra era necesario, ya que era un tipo moderno de conocimiento, y por tanto, un conocimiento filosófico todavía no digerido mediante libros de texto, aunque ya explicado en la Escuela Politécnica y transmitido a los profesores de la Escuela central. Stendhal se extrañaba también de que siguiera siendo necesaria una evaluación personal de las habilidades escolares, e incluso de que las actividades científicas sirvieran como criterio de selección. En el manuscrito de su autobiografía, largo tiempo inédita, Stendhal dibujó el modo en que alegremente padecía, confrontado al examinador de matemáticas, su abuelo, prócer de la ciudad y notable ilustrado, frente al pizarrón (de hecho una tela encerada) imaginado como una guillotina.

Confirmando la nueva posición de los científicos en sociedad, una pintura presentada por Louis-Leopold Boilly al Salón de 1802 en París, exhibe nuevos gustos y opiniones el mismo año en que Chateaubriand publicó su libro, a veces presentado como una avanzadilla del romanticismo francés. El cuadro de Boilly[19] muestra al habilidoso Jean-Antoine Houdon traba-

18 Felix Klein, *Development of Mathematics in the 19th Century*, transl. M. Ackerman, Math. Sc. Press, Massachussetts, 1979, p. 61.

19 *Houdon esculpiendo*, por Leopold Boilly, 1902. Museo Carnavalet, París.

jando en un busto frente a un científico sentado, Laplace según la tradición. La famosa escultura de Voltaire hecha por Houdon, actualmente en la Comedia Francesa, es visible al fondo. Después de la Revolución parecía conveniente añadir al glorioso escritor dieciochesco la gloria de un soberano de las ideas y los cálculos. Sin embargo, ninguna particularidad permite reconocer a la ciencia en este cuadro, y el héroe luce como un filósofo, con la misma cualificación atribuida en el epitafio de Watt.

El laureado científico, retratado en pleno proceso de glorificación, tiene una apariencia similar a la de Gaspard Monge, el geómetra favorito de Napoleón. Pero con toda seguridad se trata de Lagrange, el genio matemático y melancólico nacido en Turín en 1736. Boilly era 20 años más joven que Houdon, el artista creativo que viste su ropa de trabajo, y Houdon tenía casi la misma edad que Lagrange[20]. El científico va vestido al modo del Antiguo Régimen, y por ello tiene un aire de hallarse fuera del presente mundo, y pertenecía a un pasado distinguido, no hasta el punto de una cierta mudez, como algún historiador reciente ha expresado Su actitud está mucho más cercana a la "espantosa sonrisa" de Voltaire, que Alfred de Musset ambiguamente describió como sonrisa moderna[21]. El poeta jugaba con lo que parece joven y lo que parece viejo; el siglo XVIII era demasiado inocente para los genios, pero el nuevo siglo podía alcanzar sus objetivos, aunque fuera como algo antiguo y obligatorio realizado por los jóvenes del siglo XIX.

> Dors-tu content, Voltaire, et ton hideux sourire /
> Voltige-t-il encor sur tes os décharnés?/
> Ton siècle était, dit-on, trop jeune pour te lire /
> Le nôtre doit te plaire, et tes hommes sont nés.
>
> ¿Duermes contento Voltaire, y tu espantosa sonrisa /
> Revolotea aún sobre tus huesos descarnados? /
> Tu siglo era demasiado joven para leerte, se dice; /
> El nuestro debe complacerte, tus hombres ya han llegado.

Echar una ojeada más de cerca a la escultura de Houdon[22], como a la escena de Boilly, no nos ayudaría demasiado: siempre es difícil interpretar históricamente una sonrisa. Sonreír no es una actitud romántica y en la sonrisa de Voltaire, tal como fue expresada por Houdon, vemos desde entonces la sonrisa romana atribuida a una época antigua y próspera. La mirada romántica de la segunda generación era diferente. Por ello la cabeza del

20 Houdon nació en 1741, por tanto sólo era cinco años más joven que Lagrange.

21 El reciente interés de los historiadores por las actitudes, como sonreír o reír, ha soslayado el romanticismo como tal.

22 Voltaire, con toga senatorial, sentado y sonriente, presto a incorporarse, por Houdon, en 1778. La versión en mármol se halla en el vestíbulo de la Comedia Francesa en París.

papa Clemente XIII, tal como fue esculpida por Canova[23] hacia 1789, representa mejor el mundo antiguo según los artistas románticos, pues no hay señales de ningún futuro feliz. Las tres mujeres de pie representadas en el cuadro de Boilly –se trata de las hijas de Houdon y la señora sentada es su esposa– se aburren ante la escena que tienen que contemplar. Con el surgimiento de la burguesía y la institución del sistema meritocrático, la ciencia ya no era una actividad intelectual apropiada para su sexo. La ciencia no se adecuaba a su juventud. Profundo contraste con el retrato que Louis David[24] hizo del químico Lavoisier, cuando éste iniciaba su madurez, trabajando en su laboratorio junto a su mujer, menos musa que ayudante. ¿Por qué no citar aquí la historia tan romántica de la matemática Sophie Germain, quien con 22 años se vio obligada a usar el disfraz de un nombre masculino para enviar sus soluciones a los problemas matemáticos desarrollados por el anciano Lagrange cuando era todavía profesor de análisis en la Escuela Politécnica, poco antes de 1800?

Invención, imaginación y nuevas práticas académicas en las ciencias: estudio del caso de los números imaginarios

Según nos explicaba Stendhal, el álgebra era un modo de acabar con todas las cualidades de las cosas para pensarlas como mera cantidad; precisamente lo mismo que Chateaubriand reprochaba al álgebra. Era pues una abstracción, que necesitaba del pensamiento lógico formal, y así pensaba Lagrange, que rehusó dibujar figuras en su famosa *Mecánica Analítica,* publicada por primera vez en 1788, y considerada desde entonces como una preparación del camino para la segunda geometrización de la mecánica (espacios fibrados, etc...). Sus contemporáneos sólo vieron el aspecto analítico. Ya que fue una especie de aprendizaje común en el período formativo del romanticismo tiene sentido explicar aquí la invención matemática, sintetizada en el examen de la representación geométrica de los números complejos. Invención proveniente de la práctica escolar que Stendhal padecía, y que decididamente marcaba una diferencia con el siglo XVIII, con las imágenes en el papel que antes desempeñaba la imaginación abstracta.

Invención que tiene también una historia romántica, puesto que fue concebida de modo independiente y de formas diversas por el matemático nacido en Oslo Caspar Wessel, cuando tenía 54 años, emigrante francés en la niebla de Londres, que utilizó las páginas de las *Philosophical Transactions*, y por un ciudadano de Ginebra nacido en 1768 –como Fourier– en un libro casi no leído, también publicado en 1806. El libro se vendía a expensas de

23 *Cabeza de Clemente XIII* , por Canova, 1789. Museo de Bellas Artes de Nantes.

24 *Lavoisier y su esposa* , por David.

su autor, un contable parisino llamado Argand, emigrado de Ginebra por ser demasiado jacobino. A pesar de su publicación en 1799 por la Real Academia de Copenhague el artículo de Wessel no tuvo éxito. Pero Jean-Robert Argand fue redescubierto en 1813 por Gergonne, editor de la primera publicación periódica dedicada enteramente a los profesores de matemáticas.

Los profesores estaban ciertamente debatiendo el contenido de los cursos complementarios de matemáticas que tenían que impartir entonces a los chicos (sólo chicos) matriculados en los liceos, que sustituían a los antiguos colegios, tras su colapso durante la Revolución. Las matemáticas habían sido siempre una asignatura optativa para los estudiantes de los colegios antes de 1789, pero desde 1802 en adelante los alumnos, y entre ellos los futuros miembros de la escuela romántica francesa, tenían todos una buena educación matemática, que no incluía el cálculo diferencial e integral, pero con el álgebra como sólida base. Y Stendhal lo reconocía. Gracias al uso de herramientas analíticas se forjó un nuevo tipo de geometría por gente de la vieja escuela, como Carnot y Legendre, hombres nacidos en la primera mitad del setecientos. Esa geometría fue inmediatamente denominada *geometría elemental*. Era de una forma diferente a la geometría de Euclides. La teoría de proporciones, por ejemplo, fue reemplazada por las fracciones y el álgebra, y aparecen en escena los centros de gravedad, lo que condujo al cálculo prevectorial. Todo ello tenía que ser definido por los nuevos profesores de matemáticas, lo que explica el término "elemental" para calificar la geometría. Sin embargo, la primera década del XIX fue el último y breve período en que se leyó a los autores clásicos de la Antigüedad por lo que podían aportar al conocimiento científico y a la construcción de la ciencia, como si aún hubiera en sus obras algún misterio que pudiera beneficiar al nuevo mundo. Poco después, en los años treinta, esos autores antiguos fueron cedidos a los eruditos y olvidados por los inventores, o mejor dicho, erigidos como mitos. Legendre presentó su *Geometría* en el año II (1794) como una recuperación de Euclides, significando que quería olvidar los cambios acaecidos en la geometría durante la segunda mitad del XVII y la Ilustración.

Argand, al final de su libro de 1806, al precisar sus innovaciones (en particular las dos operaciones algebraicas –operaciones vectoriales– sobre líneas direccionales, adición y multiplicación) usaba el vocablo "inducción", poco corriente en matemáticas, y que sería desarrollado por Whewhell en su *Historia de las ciencias inductivas*. En 1846 Comte escribirá su *Tratado sobre la Geometría Analítica Elemental,* para mostrar que las ideas fundamentales avanzadas por Descartes exigían una mejor comprensión. Era otra forma de inducción, no sobre objetos matemáticos, sino sobre ideas matemáticas. El libro de Argand también fue llamado "Ensayo", título raro por entonces para tales matemáticas, como si el libro fuera algo muy personal y que sólo posteriormente podría confirmarse como útil. No era, desde luego, la vía dogmática de una síntesis de Euclides; el mismo Legendre, a pesar de su recuperación del autor alejandrino, tuvo que reescribir constan-

temente la prueba aducida para el quinto postulado. Leamos, pues, a Argand.

> Los métodos que acabamos de exponer se basan en dos principios de construcción, uno para la multiplicación y otro para la suma de las líneas direccionales; y se ha hecho notar que siendo resultado de inducciones que no tienen un grado suficiente de evidencia no podían, hasta ahora, ser admitidos sino como hipótesis, cuyas consecuencias, o bien razonamientos más rigurosos, podrían hacer que fueran admitidos o rechazados.[25]

Aunque esa tímida presentación exhibe la retórica de un principiante en matemáticas, expresa también una nueva fuerza joven, aún no domesticada por los círculos académicos. Legendre es el único académico citado por Argand, y no se menciona ninguna aprobación por su parte. Sabemos que Legendre nunca presentó el libro de Argand en la clase superior del Instituto, lo que muestra que la diferencia generacional -un tema romántico- se halla presente en la ciencia.

Expliquemos el caso de Argand, que no es igual a las dificultades que tuvo Fourier con la generación provecta. Años después de la publicación de su no leído libro, en los *Annales de mathémathiques pures et appliqués*, y a petición de Gergonne, Argand resumía lo que entonces llamó una teoría. Pero primero adoptaba el punto de vista académico, es decir, la perspectiva ampliamente dominante del siglo XVIII, explicando el uso de los signos como operaciones. Condillac había reducido la invención en matemáticas, de modo que se veía al álgebra como el tipo de rigor requerido para la creación matemática. Dejando aparte irónicamente la cuestión de la verdad –sorprendente declaración– Argand basaba su juicio en las consecuencias o frutos de la teoría. Por entonces consideraba los usos de la Escuela como un hecho probatorio. Esto era una actitud revolucionaria: gente joven, incluso escolares, tenían que decidir qué era lo mejor para el futuro de las matemáticas, que los brillantes inventores del siglo XVIII habían restringido excesivamente a un futuro analítico. En este contexto, el jovencísimo Evariste Galois no era una excepción al publicar con 18 años en los *Annales de mathématiques*. A muchos de sus compañeros de escuela, renovada con la Revolución, los profesores les exigían trabajar sobre temas nuevos y no limitarse a los métodos matemáticos de la Ilustración.

> La teoría de la que acabamos de dar un panorama puede ser considerada desde cierto punto de vista preparada para eliminar lo que pueda presentar de oscuro, y para lo que parece ser el objetivo principal, a saber, establecer nuevas nociones sobre las cantidades imaginarias. En efecto, dejando de lado la cuestión de si esas nociones son verdaderas o falsas, nos podemos limitar a ver esta teoría como un medio de investigación, no adoptando las líneas

25 R. Argand, *Essai sur une manière de représenter les quantités imaginaires dans les cons - tructions géométriques*, reimpresión de la 2ª edición de 1874, Paris, Blanchard, Paris, p. 60.

> direccionales sino como signos de las cantidades reales o imaginarias, y no viendo en el uso que de ellas hemos hecho más que el simple empleo de una notación particular. Para ello basta comenzar por demostrar, mediante los primeros teoremas de la trigonometría, las reglas de multiplicación y adición susodichas; las aplicaciones vendrán a continuación y no quedará más que examinar la cuestión didáctica: "si el empleo de esa notación puede ser ventajoso; si puede abrir caminos más breves y fáciles para demostrar ciertas verdades". Es algo que sólo los hechos pueden decidir.[26]

¿Cuáles eran realmente los hechos? No había hechos en matemáticas, sólo pruebas comprensibles, y los hechos, término al que Comte dará cierta importancia epistemológica, consistían aquí en lo que nosotros ahora llamamos el plano, considerado como un espacio topológico bidimensional. El plano de Argand es aún reconocido en la presentación de los libros de topología, pero en álgebra generalmente no. A comienzos del siglo XIX la juventud estaba en el Análisis; llegó al álgebra 30 años después. Pero Argand y Galois no fueron fácilmente reconocidos, al haber perdido Cauchy los trabajos de Galois, olvidados asimismo por Fourier. Esta situación produjo posteriormente la idea de una vanguardia cuya tarea fue trastornar el status quo.

El cambio intelectual con el plano de Argand es que la realidad, y no el razonamiento formal, obligaba a considerar las rotaciones y semejanzas (homotecias) como organizadoras del plano de dos coordenadas. Estas dos operaciones también podían ser representadas mediante dos números, un módulo y un ángulo. Módulo es una palabra acuñada por Argand, todavía en uso, como si hubiera sido inventada junto con los números complejos en el siglo XVII. Al estilo romántico, un año después de su primer artículo publicado en los *Annales* de Gergonne, Argand se sintió obligado a hacer uso de la Historia, porque quería mostrar cuál era su innovación. Argand interpretaba las fórmulas trigonométricas, un triunfo de lo que entonces se llamaba análisis algebraico, que había sido elaborado analíticamente por Euler a partir de la ecuación $e^{x\sqrt{-1}} = \cos x + \sqrt{-1}\operatorname{sen} x$. Y por tanto la trigonometría dependía del uso de funciones, y más específicamente del uso de las series exponenciales infinitas, cuyas funciones seno y coseno fueron tabuladas. ¿Dónde había una definición? La aplicación a la geometría, y así es como podemos ver ahora la representación euleriana de los números complejos, se mantenía como una inducción, o como una adecuación afirmada, pero ciertamente no como una prueba.[27]

Utilizando las dos dimensiones del plano geométrico, Argand dio una prueba corta, convincente y rigurosa, de lo que se llamó el teorema funda-

---

26 R. Argand, "*Essai sur une manière de représenter les quantités imaginaires dans les cons - tructions géométriques*", *Annales de mathématiques pures et appliquées*, t. IV, p. 147; reproducido en R. Argand, *Essai sur une manièr e* ..., Paris, Blanchard, Paris, pp. 90-91.

27 R. Argand, *Réflexions sur la nouvelle théorie des imaginaires, suivies d'une application à la démonstration d'un théorème d'Analyse*, en los *Annales de mathématiques*, t. V, p. 198; reproducido en R. Argand, *Essai sur une manièr e* ..., Paris, Blanchard, Paris, pgs. 112-113.

mental del álgebra. Había largos y no convincentes trabajos de Euler y de Lagrange sobre ese teorema, que habían sido ampliamente criticados por el joven Gauss en 1799. El genio había comprendido que el análisis algebraico, la forma ilustrada del Cálculo, no sólo estaba mal fundamentada, sino que no era eficaz para obtener nuevos resultados. Gauss, cuya vida es desde luego, la vida menos romántica posible para un científico, aún tenía un enfoque romántico sobre el pasado, al declararlo arruinado y solicitar un nuevo enfoque ontológico para las matemáticas, que condujo a la topología.

Mucho menos avanzado que Gauss, la prueba de Argand no se basaba en el pensamiento algebraico y era una crítica de las pruebas algebraicas previas, aunque sólo fuera por su extrema brevedad. Argand sabía que había creado una poderosa herramienta, que no destruía las sofisticadas técnicas algebraicas o formales usadas por Euler y Lagrange, pero que las desterraba al olvido. Al menos, para los propósitos del análisis, cuando uno quería trabajar con funciones y variables, tal como había expuesto Euler en su *Introductio in analysis infinitorum*. Argand estaba regresando a los orígenes. Una parte del pasado reciente tenía que ser olvidada. La situación no era precisamente la que Thomas Kuhn describe como un revolución científica, porque no había perturbaciones accidentales y lo que se iba a destruir era un desarrollo histórico del núcleo duro de la teoría, y la solución era regresar a ese núcleo, o sea, al estado inicial de la matemática euleriana. Argand usaba deliberadamente una denominación posesiva para lo que se iba a convertir en un punto de vista objetivo y universal sobre el campo complejo y sobre el análisis de los números complejos. Es curioso cómo su origen realista ayudó posteriormente al uso de los números complejos en física, óptica, electricidad, etc.

> Reclamaré, respecto a mi método, un examen más específico. Señalo que es nuevo y que las operaciones mentales que exige, aunque muy sencillas, exigen cierto hábito para ejecutarse con la celeridad que da la práctica de las operaciones ordinarias del Álgebra.[28]

El juego romántico de Argand con la Historia, o mejor dicho, su intuición de estar introduciendo un método en la historia de las matemáticas, era algo teorizado por un poeta como Alfred de Musset, "el hijo del siglo"[29], que había aprendido matemáticas, como cualquiera de su edad: había nacido en París en 1810. Explicaba con orgullo, pero también con cierto aire de desdicha –*schadensfreude* podría haber escrito Freud–, que aun sabiendo que el pasado quedaba destruido para siempre, su generación avanzaba hacia un futuro mejor, una especie de América, pero entre ruinas. A través de las tormentas, se podía alcanzar ese El Dorado a vela, usando las espléndidas

28 Idem, p. 115.

29 La autobiografía de Musset, *La confession d'un enfant du siècle,* apareció en 1836.

naves construidas según la preceptiva de la *Scientia navalis* debida a matemáticos como Jean Bernoulli, Leonhard Euler y Pierre Bouguer en el siglo XVIII, o bien usando barcos de vapor feos y pesados.

> El siglo actual, en una palabra, que separa el pasado del porvenir, que no es ni lo uno ni lo otro y que se parece a ambos a la vez, y en el que no se sabe, a cada paso que damos si caminamos sobre simientes o sobre pacotilla.[30]

Una ilustración que viene al caso es una pintura de Turner, donde se ve un velero remolcado hacia su destino final por un barco de vapor. Pero igual de elocuentes son otras dos imágenes. Una es el plano de un barco del último cuarto del siglo XVIII; nos presenta un barco a la vez como si fuera una tabla matemática y como un espléndido objeto sobre el océano. La otra imagen es increíble durante el siglo XVIII, incluso siendo un siglo al que le gustaban las ruinas. Representa un barco transformado en prisión: era algo habitual en ese siglo, pero los pintores no se atrevían a mostrar esa decadencia, un barco destartalado. Se convertiría en algo usual en pintores como Cooke, al igual que los paisajes litorales decadentes.

Exige cierto hábito matemático mostrar que Argand había suministrado las técnicas básicas del análisis del siglo XIX, con el uso de desigualdades y la división de ε. Requería dos pasos, correspondientes a las dos dimensiones del campo complejo, o al doble trabajo que hay que realizar con longitudes y ángulos, por ejemplo, lo que nosotros, de modo insuficiente, llamamos la representación geométrica de los números complejos.

Esta técnica de análisis creada por Argand en 1806 se halla presente en un artículo de Gauss de 1814 sobre la función hipergeométrica, y será formalizada y difundida por Cauchy en un libro de texto en 1821. Sería luego descrita como rigor weierstrassiano, en cuanto que requería propiedades uniformes para ser comprendida, lo que no era el caso de Cauchy y sus contemporáneos. Por tanto, el libro de texto de Cauchy, sobre el que el positivista Comte no dijo nada, era realmente joven, y representaba todavía un movimiento joven en el mundo de las ideas, lo que contradice la reciente presentación por Michel Serres de los efectos de los libros de texto en las matemáticas como sepulcrales, abolidores de la imaginación.

Es un efecto de la historia de su descubrimiento el que no se hiciera ningún dibujo para la prueba de Argand en 1806, ni para la de Cauchy en 1821. La nueva concepción no derivaba de la geometría de Euclides: la propiedad dimensional era un cálculo, un método, una imaginación, no una imagen. De modo romántico respecto a la Historia y a lo que se conserva actualmente como expresión de la representación compleja, no se ha preservado el proceso mediante el que Argand realizó su descubrimiento. Los poetas románticos, sobre todo en Alemania, lamentaban a priori que los

30 A. de Musset, en *La confession d'un enfant du siècle*, M. Allem, Paul-Courant (ed.), *Œuvres complètes* en prose, La Pléiade Paris, 1960, p. 69.

esfuerzos en pro de los cambios en el conocimiento no fueran celebrados, y que la obras de los creadores modernos ya no fueran festejadas. El tipo de filosofía analítica del siglo XVIII se había apropiado en exceso del territorio de la reputación y la gloria.

Es asimismo interesante ver por qué Argand cometió inicialmente un serio error matemático en su libro, o creía, al menos, haber probado más de lo que realmente había hecho. Y que la validez de la prueba exigía una técnica de *reductio ad absurdum*, técnica indirecta común en Euclides, pero desde entonces ausente del álgebra.

Una relación difícil y romántica con el pasado

Al habitual conflicto generacional, los científicos de este período romántico aportan el sentimiento de una herencia difícil.

> Realmente el mayor mérito de la actitud romántica en la poesía y del método trascendental en la filosofía, es que nos hacen regresar a los orígenes de nuestra experiencia.[31]

Así lo explicaba en unas conferencias universitarias en 1910 Jorge de Santayana, actualmente ignorado por los historiadores de la ciencia. Esta cita nos retrotrae a la descripción que Starobinsky hace de los orígenes y a la cuestión de cuál es la motivación de un creador. El romanticismo cerró definitivamente la centenaria polémica sobre los Antiguos y los Modernos, una vez finalizada la recuperación del pensamiento antiguo. Los Modernos ya no tenían que destruir todo lo de los Antiguos, incluyendo a los Antiguos recientes de la Ilustración, porque los Antiguos estaban definitivamente muertos[32]. El poeta Victor Hugo, políticamente muy conservador, proclamaba en 1826, con 24 años, que había una clara ruptura con el pasado y jugaba con el hecho de que él había nacido casi con el siglo que celebraba. ¿Era acaso una declaración de que no tenía origen, del mismo modo en que Argand rechazaba para su invención la continuidad con la matemática anterior? Sabía cuánto le debía a Euler, tanto como Hugo conocía su propia deuda con la literatura del siglo XVII, pero rechazaban el pasado inmediato como origen.

> De nuestro siglo al otro no puedo descubrir la transición. Es que en efecto no existe. Entre Frédéric y Bonaparte, Voltaire y Byron, Vanloo y Géricault, Boucher y Cherlet, hay un abismo: la revolución.[33]

---

31 George Santayana, *Three Philosophical Poets, Lucretius, Dante, Goethe* , Harvard University Press, 1910, Doubleday Anchor Books, 1953, p. 175.

32 Victor Hugo, *Les Contemplations,* I, 7, respuesta a un acta de acusación.

33 El manuscrito de Victor Hugo está fechado en 1825-1826 y fue publicado en 1834, *Littérature et philosophie mêlées* (p. 166).

Excepto Kline, que sigue a Comte, que a su vez sigue al físico Biot que escribe hacia 1802, los historiadores de la ciencia han sido reacios a admitir cualquier influencia de la Revolución francesa sobre la ciencia, excepto la social, con la institucionalización de la ciencia a través de la enseñanza. Leamos mejor a Hugo, quien en 1824 escribió un segundo prefacio a sus *Odas y baladas* de dos años antes, donde justificaba la expresión "romántica". Sus versos querían componer una historia lírica del período iniciado con la Revolución, que "había conmovido por completo el corazón humano"[34], lo cual es otro modo de glorificar el advenimiento de un nuevo siglo. La nueva literatura, *el romanticismo*, era verdadera en el sentido de que era moderna, es decir, que estaba en relación directa y adecuada con su época.

> Es posible que la literatura actual sea parcialmente el resultado de la revolución, sin ser su expresión. La sociedad, tal como la forjó la revolución, ha tenido su literatura, horrible e inepta como ella. Esa literatura y esa sociedad murieron juntas y nunca resucitaron. Por todas partes el orden renace en las instituciones; igualmente renace en las letras. La religión consagra la libertad, tenemos ciudadanos. La fe depura la imaginación, tenemos poetas. Por todos lados regresa la verdad, en las costumbres, las leyes, las artes. La literatura nueva es verdadera. ¿Y a quién le importa que sea resultado de la revolución? ¿Es acaso menos bella la cosecha porque haya madurado sobre el volcán?

Adecuarse a los tiempos modernos exigía la desaparición de las viejas formas de pensar. Argand, con la lenta evolución de su trabajo, se dio cuenta de que para sus cálculos con líneas direccionales debía olvidar la centenaria tradición de la teoría de proporciones. Respecto a la explicación que dio con imágenes geométricas de los números que Descartes en 1637 había llamado imaginarios, porque podían ser pensados pero no vistos, Argand, en su respuesta a las objeciones, tuvo que abandonar el tipo de razonamiento basado en las razones (ratios), tan bien integradas en los hábitos filosóficos desde Aristóteles en adelante bajo el nombre de analogía.

> En cuanto al primer punto, probablemente siempre esté sometido a discusión, en tanto se busque establecer la significación de $\sqrt{-1}$ por las consecuencias analógicas con las nociones recibidas sobre las cantidades positivas y negativas y sus proporciones mutuas. Se ha discutido y se discute todavía sobre las cantidades negativas; con más razón se podrá argüir objeciones contra las nuevas nociones de los imaginarios. Pero no habrá dificultad si, como ha hecho M. Français, establecemos como definición qué es lo que se entiende como relación de magnitud y de posición entre dos líneas.[35]

Argand es matemático y generalmente sólo tiene que explicarse en términos matemáticos, pero aquí se halla confrontado a un gran problema. La rela-

34 Victor Hugo, *Œuvres poétiques*, P. Albouy (éd.), prefacio a *Odes et Ballade*s (1824), Paris, La Pléiade, I, Gallimard, 1964, p. 273.

35 R. Argand, p. 112.

ción entre dos líneas direccionales, o como diríamos nosotros, entre dos vectores, ha de ser una relación cuantitativa. Precisamente el modelo de relaciones cuantitativas, según había explicado bien Aristóteles, era la teoría de proporciones y razones, que tenía un estatus matemático desde el libro V de Euclides. Había que organizar un nuevo tipo de relación para las líneas direccionales, lo que nos acerca mucho al tema de las funciones. Argand sostenía que había hecho factible este nuevo tipo de relación y ya hemos visto cómo procedía. ¿Es posible aún usar el término "proporción"? ¿Tiene un matemático derecho a extender una definición, o sea, a generalizar? ¿Qué es el derecho a crear?

> La única cuestión que queda por conocer es si está permitido designar esta relación con las palabras "relación" o "proporción", que ya tienen en el Análisis una acepción determinada e inmutable. Ahora bien, ello se permite efectivamente porque en la nueva acepción no se hace sino añadir algo a la antigua, sin cambiar nada más. Se generaliza ésta de modo que la acepción común es, por así decir, un caso particular de la nueva. No se trata aquí de buscar una demostración.

La mayor dificultad técnica, oculta bajo la retórica de Argand como si sólo se tratara del problema de un cambio de extensión, era que la generalización no preservaba algunas propiedades computacionales usuales de la antigua definición de proporción, particularmente en lo que concierne a las propiedades de orden. Sabemos que los números imaginarios componen un campo, aunque no un cuerpo ordenado, y que para dos números complejos no existe algo como z>z'. El nuevo mundo no era el mismo que el viejo, aunque procediera de él. Este es el problema romántico por excelencia.

Pierre Leroux, por entonces discípulo de Saint-Simon, al defender el estilo romántico en 1829, con ocasión de la publicación de las *Orientales* de Victor Hugo, decide tratar el papel de los símbolos en la nueva poesía, con un trabajo específico sobre las imágenes, de modo análogo a Argand, que se ocupaba de la sustitución de las propiedades algebraicas por propiedades geométricas. Leroux fue más lejos, considerando la posibilidad de extender una variedad infinita de significados a las imágenes. Establecía una comparación con las matemáticas, donde se entendía los números como proporciones.

> Debemos recordar que toda poesía vive de la metáfora y que el poeta es un artista que establece relaciones de todo género mediante todas las capacidades de su alma, y que sustituye relaciones idénticas por imágenes, igual que el geómetra sustituye, por el contrario, términos puramente abstractos, letras que no representan nada determinado, por números, por líneas, por superficies, por sólidos, por todos los seres naturales y por todos los fenómenos.[36]

36 Pierre Leroux, *Du style symbolique*, Le Globe, 8 de abril de 1829, citado por Claude Milet, en *L'esthétique romantique*, Paris, Agora, 1994, p. 193.

En una nota añadía:

> La identidad es el principio de todas estas sustituciones. En geometría, como en poesía, como en todo, la comparación es la gran vía del espíritu humano. El poeta te devuelve lo abstracto como sensible, el geómetra lo sensible como abstracto; pero ambos no hacen más que sustituir relaciones por otras relaciones, o más bien, reproducir mediante términos diferentes relaciones idénticas. Sólo que no trabajan sobre los mismos materiales.

No son solamente el poeta y el geómetra quienes no trabajan sobre el mismo material, sino el propio geómetra al extender el significado de lo que eran las proporciones. En un poema datado en 1834, pero escrito en 1854, Hugo explicaba su olvido de Aristóteles de modo muy simple.

> Et sur l'Académie, aïeule et douarière /
> Cachant sur ses jupons les tropes effarés, /
> Et sur les bataillons d'alexandrins carrés, /
> Je fis souffler un vent révolutionnaire. /
> Je mis un bonnet rouge au vieux dictionnaire./
> Plus de mot sénateur¡ plus de mot roturier¡ /
> Je fis une tempête au fond de l'encrier, /
> Et je mêlai, parmi les ombres débordés, /
> Au peuple noir des mots, l'essaim blanc des idées /
> Et je dis: Pas de mot oú l'Idée au vol pur /
> Ne puisse se poser, tout humide d'azur¡ /
> Discours affreux¡ Syllepse, hypallage, litote, /
> Frémirent; je montais sur la borne Aristote, /
> Et déclarai les mots égaux, libres, majeurs.
>
> Y sobre la Academia, rentista y anciana /
> escondiendo bajo sus faldones los tropos pasmados,/
> y sobre los batallones de alejandrinos cuadrados, /
> hice soplar un viento revolucionario./
> Le puse un bonete rojo al diccionario./
> ¡Basta de palabras senatoriales¡ ¡Basta de palabras plebeyas¡ /
> En el fondo del tintero una tempestad formé/
> y, entre las sombras desbordadas, mezclé/
> con el pueblo negro de las palabras, el blanco enjambre de las ideas, /
> y dije: ¡Ni una palabra donde posarse no pueda /
> la Idea de vuelo puro, de azul húmeda entera¡/
> ¡Horrible discurso¡ Silepsis, hipálages, lítotes,/
> se estremecieron; a Aristóteles me lo salté /
> y a las palabras iguales, libres, mayores de edad declaré.[37]

Pero Aristóteles era citado por Fourier, en su primer artículo de 1798, presentándolo como el verdadero padre de la mecánica. Estaba reescribiendo la historia de la mecánica, porque desde Galileo se veía a Aristóteles como

37 Victor Hugo, *Les Contemplations*, I, 7, respuesta a un acta de acusación.

enemigo del progreso, y quizá como el rostro de la anticiencia. Tales viajes hacia el pasado lejano son similares a los organizados para conquistar científicamente la Tierra.

Un viaje moderno hacia el pasado lejano y las vías modernas de un viaje científico

En 1798 el viaje de Bonaparte a Egipto, acompañado por muchos jóvenes profesores de la Escuela Politécnica y por un grupo de científicos maduros que se sentían bastante jóvenes como para seguir a un general tan joven, produjo muchos hábitos nuevos en la comunidad científica europea. Primero de todo, el hábito de que los científicos se arrimaran al poder para ser capaces de construir un nuevo mundo; y también que se considerara a los ingenieros como científicos, puesto que habían sido educados en ciencias, y eran capaces de proponer -o soñar- una nueva organización para la sociedad. Egipto se convirtió en un laboratorio, hasta el punto de que los egipcios fueron observados como un zoólogo hace con los animales. La mirada científica fría parecía justificada en cuanto que traería el progreso, y así la ciencia otorgaría a sus partidarios una aventura, una *vita activa*, y ya no la *vita contemplativa* reservada antiguamente a las mentes ociosas. Para el científico trabajar tenía ahora un significado social.

Casi simultáneamente se produjo el descubrimiento del antiguo Egipto, un juego posible con la ficción y la historia, con otro mundo. Y el positivismo trajo la validación de tales estudios eruditos con la idea de que el estudio del Egipto antiquísimo podía ayudar a modelar un futuro para el nuevo Egipto. Un imperio que deja tan grandes monumentos tenía que ser un imperio basado en la razón y el buen gobierno, una especie de antiguo Egipto de la Ilustración, cuando la religión era el disfraz de la ciencia en favor de las mentes más humildes. Algunos científicos franceses, imaginando los templos egipcios como laboratorios científicos cimentaron su vocación profesional y prepararon el camino para la arqueología, superando la mera tradición de los anticuarios.

Analizamos, por tanto, un estilo colectivo cuando vemos una poderosa organización mental en marcha, intentando arreglárselas con el poder de la imaginación usando reglas positivas para el establecimiento de la historia y la geografía. Lamentando haber perdido la salida desde Toulon hacia Alejandría, Alexander von Humboldt, durante su largo viaje a América, experimentó el mismo tipo de idea, que parece haber madurado durante su estancia en Canarias: intentó establecer en la medida de lo posible una geografía positiva (y en especial intentó comprobar qué nueva agricultura se podía desarrollar) y para ello tuvo que evitar el olvidar los logros políticos y económicos de las civilizaciones pasadas y al mismo tiempo hacer una nueva evaluación del progreso aportado por la colonización española. Vol-

viendo al positivismo y al romanticismo, el propio Humboldt simbolizaba el mundo matematizado, la historia de los viajes, la ciencia y la naturaleza, para gloria del espíritu humano.

Der Sänger geht auf rauhen Pfaden, /
Zerreist in Dornen sein Gewand… /
Einseam und pfadlos fliesst in Klagen /
Jetz über sein ermattet Herz.[38]

El cantor camina por senderos difíciles, /
y sus vestidos están desgarrados por espinas .../
Cuando a solas y sin rumbo /
deja fluir las quejas de su cansado corazón.

38 Novalis, *Der Sänger*.

FILOSOFÍA DE LA NATURALEZA Y CIENCIA: SCHELLING

Antonio Pérez Quintana
Universidad de La Laguna

I. Ciencia, filosofía, teosofía

La Filosofía de la Naturaleza (FN) es un fenómeno característico del romanticismo al que puede ser adscrito un considerable número de científicos, filósofos y figuras de la cultura de la época. Pero si atendemos al valor filosófico de sus creaciones, será preciso reconocer que le corresponde a Schelling un lugar de absoluto privilegio entre ellos. Schelling es el gran filósofo de la naturaleza del romanticismo. Su sistematización de los principios del conocimiento de los fenómenos naturales es la más completa y poderosa, y ejerce una influencia decisiva en numerosos discípulos y continuadores, en Hegel y, lo que es más notable, en científicos importantes del siglo XIX. Por eso centramos en Schelling el tratamiento de la cuestión de la relación entre ciencia y filosofía en el romanticismo.

Para desarrollar la tesis que afirma la realidad de una relación entre filosofía y ciencia en la FN de Schelling será necesario, ante todo, dar cuenta del trasfondo científico que sirve de inspiración a esa Filosofía, así como de la influencia que la misma ejerce en algunos momentos de la historia de la ciencia posterior a Schelling. Pero antes de entrar en el tratamiento de la cuestión de la relación de la filosofía schellingiana con la ciencia hemos de dejar constancia de otras presencias detectables en aquella. La schellingiana FN, en efecto, partiendo de la experiencia romántica de la naturaleza, se configura a través del diálogo con la ciencia de la época y con las filosofías del pasado, pero también mediante la incorporación de elementos tomados de la teología y de la mística, de la mitología y de la tradición teosófica. Los

Natürphilosophen leen apasionadamente a Böhme, son teósofos, se apropian argumentos del esoterismo, y no hacen otra cosa que seguir la tradición teosófica cuando buscan semejanzas, analogías y correspondencias en todo o cuando ven en todas las cosas símbolos de otras realidades. La *Natürphilosophie* se propone recuperar la alianza (rota desde Galileo) de la ciencia con la teosofía e interpreta los descubrimientos de las nuevas ciencias a la luz de supuestos teológicos y esotéricos. Abre con ello las puertas a las más arbitrarias extrapolaciones. Schelling, aunque en menor medida que otras figuras de la *Natürphilosophie*, comparte las tendencias que dominan el ambiente: abusa de las analogías, generaliza más allá de lo que autorizan los datos y orienta a la FN por derroteros que en ocasiones se confunden con los de la mitología.

La tendencia a la extrapolación resulta potenciada en Schelling por el protagonismo de la intuición intelectual, la cual propicia en su FN un constructivismo que vuelve la espalda a la experiencia y a las ciencias. Es sobradamente conocida, a este respecto, la crítica hegeliana que denuncia en la FN de Schelling, además del formalismo vacío de las construcciones levantadas sobre analogías, el carácter fortuito de un saber –derivado de la intuición intelectual– incapaz de hacer ver la necesidad de la conexión entre los fenómenos naturales[1]. La asimilación de la intuición intelectual a la intuición estética, por otra parte, promueve una visión mitológica de la realidad natural y favorece la aproximación de la FN a la poesía, reforzando con ello, en opinión de Lukács, el irracionalismo de Schelling y su tendencia a establecer conexiones entre fenómenos apoyándose en simples analogías[2].

Intuicionismo, teosofía, inquietudes teológicas y místicas, todo ello confiere, en ocasiones, a la FN de Schelling ese sesgo de especulación fantasiosa que tanto ha contribuido a desprestigiarla y que relativiza sensiblemente la dosis de rigor proveniente del encuentro con la ciencia. Schelling toma en consideración el dato científico, pero frecuentemente lo manipula, lo extrapola o lo integra en una sistematización construída de acuerdo con principios extraños a la ciencia. La orientación dominantemente especulativa de su pensamiento lo lleva a aproximarse a la ciencia guiado por el objetivo de encontrar en ella la confirmación de sus puntos de vista, lo que se traduce en una sospechosa tendencia a destacar aquellos resultados de la investigación científica que encajan en su sistema, mientras ignora aquellos otros que cuestionan alguna de sus concepciones. Puede comprenderse, por ello, que los textos schellingianos produzcan en algunos de sus intérpretes la impresión de que la FN, cuando no ignora a la ciencia, tampoco acierta a ir más allá de la burda instrumentalización de la misma. En realidad, en la filosofía de Schelling el impulso especulativo desplaza a un segundo término la

[1] Además de los conocidos textos del "Prólogo" de *Fenomenología del Espíritu*, ver *Lecciones sobre la Historia de la Filosofía*, FCE, México 1977, III, pp.492-493; 497-498.

[2] *El asalto a la razón*, Grijalbo, Barcelona 1975, p. 125.

atención a la experiencia. Jaspers dice que Schelling no atiende suficientemente a la investigación empírica y que no tiene una idea clara del sentido y del método propios de la ciencia moderna[3]. Más aún, no resulta difícil constatar que en ocasiones las deducciones schellingianas invaden terrenos en los que no es posible entrar sin el concurso de la experiencia. Según lo advierte la crítica menos complaciente con la *Natürphilosophie*, Schelling llega a enmendar la plana a la ciencia empírica en dominios que suelen considerarse reservados al método experimental. Esto es lo que el hombre de ciencia no puede aceptar y lo que provoca el desprestigio de la *Natürphilosophie* entre muchos científicos ya en la época de Schelling.

Sirvan estas indicaciones de recuerdo de una crítica a Schelling que es justa y que ha sido hecha en innumerables ocasiones. Pero el apunte crítico tiene que ser matizado enseguida con la advertencia complementaria, pues con la misma contundencia que se rehuye la exaltación acrítica de Schelling habría que evitar la posición contraria que no viera en su FN más que lucubraciones de una mente calenturienta. Aunque recibe la influencia de la tradición teosófica y de Böhme, Schelling nunca se adhiere abiertamente a la teosofía. Schelling es un filósofo, no un teósofo. Siempre mantiene la distancia frente a los excesos de muchos representantes de la *Naturphilosophie*[4] y, en la orientación de su pensamiento, resultan determinantes el diálogo con figuras importantes de la filosofía (Spinoza, Leibniz, Kant, Fichte, etc) y la reflexión sobre las aportaciones de las ciencias de la época. Para hacer la valoración de la FN de Schelling será ineludible tomar en consideración también su ocupación con las ciencias naturales.

Puede constatarse la atención de Schelling a la ciencia especialmente en las primeras obras que publica sobre FN. Y no debería en absoluto considerarse carente de fundamento distinguir, ateniéndonos al criterio de su mayor o menor proximidad a la ciencia, dos períodos en la época en que Schelling se ocupa intensamente de la disciplina en cuestión: el primero, en el que es más visible la influencia de las aportaciones de las ciencias en la configuración de su filosofía, correspondería a los años 1797-1800; el segundo coincide con los años en los que elabora el sistema de la identidad (1801-1806), y en él disminuye la valoración de la repercusión filosófica de la ciencia en la misma medida en que gana terreno la visión mitológica y religiosa de la naturaleza. Voy a centrar mi ponencia en el primer período, el más interesante para la historia de la ciencia, dejando fuera de conside-

---

[3] *Schellings Grösse und Verhängnis*, R. Pieper et co. Verlag, München 1955, pp. 247-249. Puede verse una contudente exposición de la tesis que reprocha a Schelling un exceso de especulación que le impide tomar en serio a la ciencia en Hans-Dieter Mutschler: *Spekulative und empirische Physik: Aktualität und Grenzen der Natürphilosophie Schellings* , Stuttgart, Berlin, Köln, Kohlhammer 1990, pp. 26 ss. Este autor polemiza con aquellos intérpretes, partidarios de una vuelta a la FN de Schelling, que son proclives a reconocer a éste una clara apertura a las aportaciones de las ciencias.

[4] Tilliette, X.: *Schelling. Une Philosophie en devenir* , Vrin, Paris 1970, Vol.I, p.383.

ración el *Sistema del idealismo trascendental* de 1800, en que aborda problemas propios de la filosofía trascendental, y las obras que ven la luz entre 1801 y 1806, consagradas al desarrollo de los supuestos del sistema de la identidad[5].

II. Ciencia y filosofía

H. D. Mutschler sostiene que una deficiente recepción de la ciencia de la época por parte de Schelling tiene como consecuencia que la FN de éste carezca de un sólido apoyo científico[6]. El asunto, sin embargo, sigue siendo objeto de discusión. De hecho, con su tesis, Mutschler sale al paso de algunas publicaciones recientes en las que se defiende que Schelling, al menos en sus primeras obras sobre FN, se apoya de una u otra forma en las teorías científicas de su tiempo, de las que poseería conocimientos amplios y profundos. A los intérpretes convencidos del valor de la FN de Schelling les gusta recordar que éste, durante su estancia de poco más de dos años (1796-1798) en Leipzig, estudia intensamente ciencias naturales, química, física y matemáticas en la Universidad de esta ciudad, y, posteriormente (en 1800), medicina en Bamberg. Schelling considera llegado el momento de que la filosofía saque partido a los descubrimientos de la ciencia de su tiempo. Por eso sigue con enorme interés las últimas aportaciones de los "sabios", participa en discusiones científicas, hace mención constantemente en sus escritos de datos y experimentos extraídos de la ciencia, integra conocimientos científicos en su sistema filosófico.

En *Ideas para una filosofía de la naturaleza*, su primera obra sobre el tema, publicada en 1797 (Schelling tiene entonces 22 años), inicia su andadura de *Naturphilosoph* dedicando una primera parte –de carácter empírico– a la discusión de teorías científicas, para pasar en la segunda parte –filosófica– a la exposición de los principios de la naturaleza. Schelling sigue estrategias propias de una metodología inductiva: parte de una reflexión crítica sobre los conocimientos científicos de la época y avanza luego hacia la fundamentación filosófica de los mismos. Procediendo así, da los primeros pasos, en la elaboración de su sistema, con el desarrollo de una filosofía de las ciencias que tiene como objetivo ofrecer la interpretación de los descubrimientos de Lavoisier, Galvani, Volta, Brown, Kielmeyer, etc. Es cierto que posteriormente, por ejemplo en el "Añadido a la Introducción" a *Ideas* (1803), va a oponer a la inducción, de la que dice que no es sufi-

[5] Siguiendo el criterio de Arturo Leyte en su edición de escritos del primer período de dedicación de Schelling a la FN tomaré en consideración también el escrito de 1801 que lleva por título *Sobre el verdadero concepto de la filosofía de la naturaleza*. Ver F. W. J. Schelling: *Escritos sobre filosofía de la naturaleza*, Alianza Universidad, Madrid 1996.

[6] O.c., pp.93 ss.

ciente para probar positivamente nada, la deducción a partir de principios, que es la que señala la dirección de la marcha del pensamiento[7]. El procedimiento inductivo estará ahora al servicio del establecimiento de un sistema deductivo de FN. Schelling no levanta el edificio de su sistema sobre hipótesis que habrían de ser verificadas mediante inducción, sino sobre principios ciertos e inamovibles que no pueden ser cuestionados por ninguna experiencia[8]. Pero en *Ideas* (1797) no defiende aún el apriorismo en los términos en los que lo va a hacer ya en la *Introducción al Proyecto de un sistema de filosofía de la naturaleza* de 1799, en la que sostiene expresamente que todos los fenómenos naturales pueden ser deducidos y que "en la ciencia de la naturaleza todo lo que se sabe se sabe absolutamente *a priori*"[9]. Todavía en *Ideas* admite la realidad de causas que no pueden ser derivadas *a priori* y que sólo pueden ser conocidas por medio de la experiencia[10]. Aunque concibe ya la filosofía como deducción, en *Ideas* concede aún a la inducción un papel que explica que se haya podido hablar del empirismo de la primera FN de Schelling. Dada la influencia que ha tenido la crítica de quienes insisten en denunciar que Schelling, o violenta las ideas científicas poniéndolas al servicio de sus construcciones especulativas, o simplemente las ignora, es necesario llamar la atención, como lo han hecho estudiosos del filósofo (algunos tan destacados como Kuno Fischer, Philonenko, etc.), sobre algo que también constituye un dato incontrovertible: la relevancia del trasfondo científico que hay detrás de su FN.

La idea de polaridad puede ser considerada una de las claves en torno a las que se organiza el sistema de Schelling, y esa idea llega a la *Natürphilosophie*, no sólo a través de la teosofía y la filosofía, sino también a través de la ciencia. En la concepción dinámica de la naturaleza de Schelling la dualidad de fuerzas en oposición constituye el principio de todo movimiento y la fuente de toda actividad. Por eso eleva Schelling la idea de polaridad a ley universal, confiriéndole a la oposición originaria de las fuerzas de repulsión y de atracción el papel de principio cósmico que se reproduce en todos los grados de la naturaleza: en primer lugar en el magnetismo, luego en la electricidad, en el proceso químico y en el galvanismo, finalmente en los organismos. Schelling piensa que los descubrimientos que se están produciendo en la física, en la química y en la fisiología de la época avalan la identificación de la polaridad con el motor que impulsa el proceso de diferenciación de la naturaleza a través de la sucesión constante de sus tres momentos: identidad, diferencia, indiferencia.

---

[7] Ver Schelling: *Experiencia e historia. Escritos de juventud*, Tecnos, Madrid 1990, p.209.

[8] Bernd-Olaf Küppers: *Natur als Organismus. Schellings frühe Natürphilosophie und ihre Bedeutung für die moderne Biologie* , V. Klostermann, Frankfurt am Main 1992, p.80.

[9] *Escritos sobre filosofía de la naturaleza* , p.124.

[10] *Schellings Werke*, Ed. de M. Schröter, C. H. Beck und R. Oldenburg, München 1927-1954, E, I, p.259 (citado en adelante: *Werke*. Cuando la cita se refiera a los volúmenes de suplemento se indicará con la letra E).

Según lo exige la asimilación schellingiana del universo a un organismo unitario que lo abarca todo, la dualidad surge por escisión de la identidad; desencadena así un proceso conducente a un estado de equilibrio que representa el retorno a la identidad, determinada ahora como indiferencia; ésta se escinde de nuevo, dando lugar a un grado más alto de oposición y a la continuación del proceso de la naturaleza. Por eso Schelling parte de la construcción kantiana de la materia a partir de las fuerzas de expansión y de atracción, para explicar luego, los diferentes fenómenos naturales (magnetismo, electricidad, proceso químico), como grados del proceso de la naturaleza vinculados a las transformaciones operadas en la relación de las fuerzas de expansión y de atracción, y las propiedades particulares de la materia, como cualidades vinculadas a la diferente relación de los cuerpos con el magnetismo, la electricidad y el proceso químico.

En el magnetismo la naturaleza es aún identidad en la dualidad. Los dos polos del imán representan las dos fuerzas, que empiezan ya a rehuirse y a mostrarse en puntos opuestos, pero que todavía permanecen unidas en un mismo cuerpo. En la electricidad (es pertinente advertir aquí que los descubrimientos de la época sobre fenómenos eléctricos estimulan de forma especialmente intensa el impulso especulativo de Schelling y de los *Natürphilo - sophen*) la oposición se halla dividida en dos cuerpos diferentes, y Schelling pone en relación a la electricidad positiva con la elasticidad de la materia (dominio de la fuerza expansiva), y a la electricidad negativa, con la cohesión (dominio de la fuerza de atracción). Finalmente, el proceso químico, que tiene como condición la dualidad, se caracteriza por la tendencia a la intususcepción, en la que es anulada la dualidad por compenetración de los cuerpos. Magnetismo (dualidad en la identidad, unidad del producto), electricidad (la oposición se divide para aparecer en distintos cuerpos) y proceso químico (retorno a la indiferencia en la unidad de los productos), son momentos (tesis, antítesis y síntesis) del proceso de la naturaleza, la cual, a partir de la identidad, se diferencia y determina, para finalmente retornar a la indiferencia.

La ley de polaridad alcanza también a la naturaleza orgánica, y la inspiración científica le llega aquí a Schelling del ámbito de la medicina y la fisiología, que le proporcionan el concepto de excitabilidad. Los organismos, dice Schelling, no son ni exclusivamente pasivos ni incondicionalmente activos, sino que se caracterizan por la excitabilidad, la cual comprende la unidad y la determinación recíproca de receptividad y actividad. Para ejercer la actividad el ser vivo necesita ser movido desde el exterior. Pero la influencia externa sobre un ser vivo se produce en forma de excitación: provoca una reacción del organismo. Y es que el agente exterior no hace otra cosa, en realidad, que estimular la productividad del ser vivo.

Muestra igualmente la construcción de la categoría de excitabilidad que la receptividad hacia lo exterior contiene en ella misma una dimensión de actividad (acoge la influencia exterior), a la vez que está condicionada por la actividad del organismo sobre lo exterior, pues sólo en cuanto el organismo se

opone a la realidad exterior puede ésta actuar sobre él como sobre algo interno. La actividad de los organismos sobre el mundo externo está mediada por la receptividad y depende de la influencia de lo externo, pero ésta a su vez es influida por la actividad del ser vivo sobre lo que le rodea. Así, ni la actividad de los organismos es unilateralmente determinada por la receptividad y por las causas externas (como sostiene el materialismo), ni la receptividad es totalmente determinada por la actividad del mismo organismo (inmaterialismo fisiológico). La verdad ha de ser buscada en un tercer sistema construido sobre el concepto sintético de excitabilidad, que define la esencia de la vida por la determinación recíproca de receptividad y actividad.

Schelling ve en J. Brown al primer teórico que ha entendido la naturaleza orgánica. A él le corresponde el mérito, según Schelling, de haber descubierto en la excitabilidad el principio de la vida y de haberla concebido como la unión de actividad y receptividad. Según la teoría de Brown, la vida depende de dos actividades: la ejercida por las potencias exteriores a los seres vivos y la constituida por la reacción de la fuerza de los organismos. Schelling concede una enorme importancia a esta tesis del médico escocés. Ello no es óbice, empero, para que señale que éste no fue consciente de todas las implicaciones que tenía aquella tesis. Por eso Schelling parte de las ideas de Brown y construye sobre ellas. El filósofo tiene que hacer lo que el médico no ha hecho: fundamentar –deduciéndolo– el concepto de excitabilidad, integrarlo en un sistema, convertirlo en la clave de una explicación de la vida. Es lo que hace Schelling. De hecho, el concepto de excitabilidad viene a ser la categoría en torno a la que organiza su sistema en la configuración que del mismo da a conocer en el *Primer proyecto de un sistema de filosofía de la naturaleza*[11] .

Del concepto de excitabilidad deduce Schelling las tres funciones de la vida: sensibilidad (receptividad), irritabilidad (actividad) e impulso formativo y reproductivo. La sensibilidad es condición de toda actividad y moviliza la irritabilidad. Los agentes exteriores no determinan inmediatamente los movimientos de los seres vivos, ya que todo movimiento y actividad son mediados por la sensibilidad, que desempeña así el papel de "fuente de la vida". Schelling recibe también la influencia de Pfaff, con el que participó en alguna ocasión en la realización de experimentos sobre fenómenos galvánicos y con quien comparte la teoría según la cual la fibra muscular (asociada a la irritabilidad) es puesta en movimiento por medio de la fibra nerviosa (asociada a la sensibilidad), sobre la que ha actuado el estímulo.

Sensibilidad e irritabilidad se comportan entre ellas como principios opuestos: se corresponden con las fuerzas de atracción y de repulsión, y aparecen asociadas, en el ámbito fenoménico de los organismos, a dos sistemas opuestos: el nervioso y el muscular. También en relación con los orga-

[11] De esta obra fundamental, publicada en 1799, he extraído la síntesis del pensamiento de Schelling que ofrezco en estas páginas.

nismos la dualidad proporciona la explicación última de los secretos de la naturaleza. Además de la dualidad de los sexos, "límite extremo de la antítesis orgánica universal", encontramos en todo ser vivo la dualidad conformada por una parte sensible a las influencias externas y por una parte que no lo es (irritabilidad), y que sólo es influida desde el exterior a través de la sensibilidad. Schelling ve confirmada en los *Elementa medicinae* (1780) de Brown la validez de la ley de polaridad también para la naturaleza orgánica. Y dado que la duplicidad, condición de toda actividad, tiende a caer en el equilibrio y, como consecuencia de ello, en el reposo, debe considerarse necesario, para asegurar la continuidad de la actividad en los organismos, que la oposición sea reestablecida y mantenida por medio de un tercero que rompa el estado de equilibrio. Es lo que sucede en los fenómenos galvánicos merced a la triplicidad dinámica formada por la cadena de tres cuerpos. Schelling sigue con gran interés las investigaciones sobre galvanismo, y también de ellas extrae elementos de su concepción de la vida.

La oposición entre las funciones orgánicas (sensibilidad, irritabilidad e impulso reproductivo) en sus manifestaciones tiene una importante consecuencia: al aumentar una de ellas se debilitan las otras, lo que da lugar a una gradación en la serie de los organismos. De acuerdo con la concepción de Schelling, tanto la figura como la estructura de los organismos son la expresión de la proporción en que entran en ellos las tres funciones orgánicas. En este punto Schelling es influido por F. Kielmeyer, creador de la teoría de las tres funciones del mundo orgánico y de su desigual reparto en los organismos por razón del nivel que les corresponde a los mismos en la escala de los seres vivos. Schelling asocia la obra de Kielmeyer a la teoría de la fisiología comparada que vincula la continuidad en la naturaleza orgánica al paso de un estado en el que es preponderante una función a un estado en el que es otra la que domina. En sintonía con esta orientación de la fisiología comparada, Schelling va a sostener que, a medida que se potencia la sensibilidad en la escala de los seres vivos, van quedando subordinados a ella la irritabilidad y el impulso reproductivo. De ahí que, si hacemos el recorrido descendente a partir del hombre, la sensibilidad (la función más alta) vaya disminuyendo en la misma proporción en que se potencian, primero, la irritabilidad en los niveles intermedios de la serie de los organismos y, luego, el impulso reproductivo en las formas más elementales de vida (zoofitos y plantas).

III. La ciencia según la filosofía

¿Qué papel desempeña el conocimiento empírico-científico en la conformación de la FN de Schelling? La cuestión ha recibido más de una respuesta. Cassirer sostiene que el interés de Schelling por la ciencia está supeditado a la orientación especulativa de su pensamiento y que la experiencia no tuvo nunca en su obra otra función que la de confirmar ideas previamente adqui-

ridas por otras vías[12]. Otros intérpretes, en cambio, creen que el conocimiento empírico aporta el contenido de la FN de Schelling, llegando a decidir en ocasiones la marcha de la deducción especulativa dentro de ella.

Según he apuntado en el apartado anterior, parece que, al menos en sus primeros escritos sobre FN, Schelling parte de los datos empíricos para elevarse luego a las leyes y a los principios. En *Ideas para una filosofía de la naturaleza* , según indica él mismo, no comienza desde arriba (con los principios), sino desde abajo (a partir de la experiencia). Su propósito en esta obra, dice en el Prólogo de la misma, no es aplicar categorías filosóficas a ideas científicas, sino integrar la experiencia en la filosofía, dejando surgir a ésta a partir de los conocimientos alcanzados por la ciencia. Significa esto que la FN depende de la colaboración de experiencia y deducción: parte de los conocimientos empíricos y a la vez los deduce. Que el saber especulativo sea *a priori* no implica que pueda prescindirse de la experiencia. Se malinterpretaría, dice Schelling, la tesis de la derivabilidad *a priori* de las proposiciones de la ciencia si se entendiera que la derivación de proposiciones puede llevarse a cabo sin la mediación de la experiencia, ya que, en realidad, "no sabemos nada que no sea a través de la experiencia"[13]. Los principios *a priori* tienen que ser demostrados también empíricamente. Si hubiera una sola manifestación de la naturaleza que contradijera a un principio, habría que desecharlo como falso[14]. Sería suficiente, por el contrario, que la deducción coincidiera con la experiencia para que pudiera considerarse demostrada la corrección de la primera.

Los textos de *Introducción al Proyecto de un sistema de filosofía de la naturaleza* que acabo de citar son los que suelen aducir los estudiosos que defienden la interpretación según la cual la FN de Schelling no sustituye a la ciencia empírica con la especulación. Sin embargo, y a pesar de la contundencia de los mencionados textos, debe señalarse que el empirismo de Schelling se vio desde muy pronto seriamente coartado por el preponderante constructivismo de su filosofía. Resulta fácil constatar, en efecto, que Schelling construye *a priori*, con independencia de la experiencia, ya en el *Primer Proyecto* (de 1799). Por eso sostiene Mutschler que, salvo en *Ideas*, Schelling no se atuvo nunca a la declaración programática formulada en el citado parágrafo 4º de la *Introducción al Proyecto*[15]. Schelling ve en la deducción de los fenómenos naturales a partir de la dialéctica de las fuerzas originarias una vía de acceso a la naturaleza más adecuada y penetrante que la experiencia. Hasta tal punto está convencido de las virtualidades de la deducción, que cree haber resuelto problemas que la ciencia empírica con-

[12] *El problema del conocimiento*, F.C.E, México 1957, Vol.III, p.276.

[13] *Introducción al Proyecto de un sistema de Filosofía de la Naturaleza*, en *Escritos sobre Filosofía de la Naturaleza*, p.126..

[14] Ibid., p. 125.

[15] O.c., pp.31-32.

sideraba aún sin solución o que todavía no podían ser abordados experimentalmente. Y, aunque admite que la construcción *a priori* no puede contradecir a la experiencia, defiende con gran energía que tampoco está supeditada a la experiencia: la construcción, dice, se adelanta a la experiencia y va más allá que ella. Por otra parte, Schelling cree que la construcción, en realidad, no puede equivocarse ni, por tanto, contradecir a la verdadera experiencia, ya que, si es llevada a cabo correctamente, viene a coincidir con el proceso de autoconstrucción de la misma naturaleza[16].

Schelling defiende la prioridad de la FN sobre la experiencia y de la construcción sobre el experimento, no sólo porque piensa que es tarea de la filosofía analizar el sentido de categorías y conceptos fundamentales (como materia, fuerza, atracción, etc.) que el científico presupone y de los que hace un uso constante, sino también, y especialmente, porque está convencido de que corresponde a la FN proporcionar teorías que no pueden ser derivadas de experimentos, ya que un experimento, además de no poder demostrar la verdad universal de los principios teóricos, presupone un marco teórico del que recibe su sentido. La experiencia y el experimento dependen de supuestos teóricos y son llevados a cabo a la luz de una teoría. Según lo expone Schelling en *El verdadero concepto de la filosofía de la naturaleza*, la filosofía tiene que ser juez y guía de la experiencia:

> "...lo mucho o poco que progresamos con la experiencia, –dice Schelling–, es algo que precisamente sólo la filosofía de la naturaleza puede juzgar. La experiencia es ciega y sólo puede conocer su riqueza o sus defectos por medio de la ciencia. Además, una ciencia que existe completamente *a priori* no puede depender de condiciones contingentes como los posibles progresos de la experiencia; ocurre más bien lo contrario: ella es la que tiene que acelerar dichos progresos ofreciendo ideas que conduzcan al descubrimiento"[17]

Se perfila con estas indicaciones una concepción del método según la cual sin teoría no hay experimento interesante, ya que serían los principios de la teoría los que plantean a la naturaleza las preguntas pertinentes, decidiendo con ello qué experimentos conviene llevar a cabo. Para Schelling el auténtico experimento es aquel que se sigue de una verdadera teoría, de una teoría que no es el mero resultado de abstraer de la experiencia, sino una construcción fundada en principios universales y que se constituye como sistema merced a una cadena de deducciones que tiene su punto de partida en aquellos principios. La teoría sólo puede ser construida *a priori*, y sólo porque es *a priori* tiene un valor universal[18].

---

[16] *Sobre el verdadero concepto de la filosofía de la naturaleza*, en *Escritos*, p.271.

[17] *Escritos*, p.267.

[18] Sobre este punto ver Hans Poser: "Spekulative Physik und Erfharung. Zum Verhältnis von Experiment und Theorie in Schellings Natürphilosophie", en L. Hasler (Hrsg): *Schelling. Seine Bedeutung für eine Philosophie der Natur und der Geschichte*, Frommann-Holzboog, Stuttgart-Bad Cannstatt 1981, pp.131-132.

Se desprende de lo dicho que la investigación sobre la naturaleza debe ser llevada a cabo aplicando un método que haga justicia a estos dos supuestos: que en la FN todo lo que se sabe se sabe *a priori* y que no sabemos nada que no sea a través de la experiencia. Para Schelling, en efecto, todas las proposiciones de la FN, siendo derivadas *a priori*, tienen que ser, a la vez, proposiciones de experiencia[19]. Se establece con esto que cualquier avance en la elaboración del sistema del saber se hará depender de la combinación de construcción y de experiencia. Así, la filosofía deduce a partir de principios las grandes categorías y conceptos (como magnetismo, electricidad, etc.), los sistematiza y establece el orden de la sucesión de los momentos del proceso de la naturaleza siguiendo el proceso de autoconstrucción de la misma naturaleza, mientras que la ciencia empírica aporta contenido a esas categorías de la deducción y confirma la corrección de la construcción filosófica. En los casos en los que la tarea de construcción aún no ha sido resuelta, sólo podemos conocer el producto que se trata de construir por medio de la experiencia. Resultan de ahí conocimientos empíricos que se adelantan a la construcción, y que se convierten en conocimientos *a priori* cuando se adquiere conciencia de su necesidad y se les encuentra su lugar, por medio de la deducción, en el sistema de FN. Conocer *a priori* significa entonces integrar la proposición empírica en la cadena de las deducciones hallando la conexión del enunciado científico con el conjunto de los enunciados. Y es importante advertir, a este respecto, que Schelling ve en la coincidencia entre el producto construido *a priori* y el producto que aparece en la experiencia la demostración más segura de la corrección de la construcción. Sin embargo, la evolución del pensamiento schellingiano en este punto se va a producir en el sentido de una progresiva reafirmación del papel de la construcción en detrimento de la experiencia, a la que va reduciendo al papel de confirmar las conclusiones a las que llega la deducción. En *Sobre el verdadero concepto de la filosofía de la naturaleza* (1801) dirá que la experiencia no es para el filósofo de la naturaleza un principio, sino una tarea: no es "el *terminus a quo* de la construcción, sino más bien el *terminus ad quem*" de la misma[20]

A la preponderancia del constructivismo sobre el empirismo es preciso referir la contraposición, en el pensamiento de Schelling, entre filosofía y ciencia, una contraposición que va teniendo una presencia cada vez más visible en sus textos a medida que se produce la evolución de su FN hacia el sistema de la identidad. La filosofía, piensa Schelling, realiza tareas que caen fuera del ámbito de competencia de la ciencia: interpreta los conocimientos científicos, los sistematiza y los fundamenta deduciéndolos de principios. La empiría no llega a donde llega la filosofía, la cual, mediante la intuición intelectual, entra en el interior de la naturaleza, se ajusta al ritmo

[19] *Introducción al Proyecto*, en *Escritos*, p.126.
[20] *Escritos*, p.271.

de su devenir y lo sigue en la constante sucesión de sus grados. El método de la filosofía es genético: construye a la naturaleza.

Es preciso apartar aquí del término construcción cualquier connotación subjetivista. En el idealismo objetivo de Schelling la naturaleza es sujeto y se construye a sí misma. Por ello, decir que filosofar sobre la naturaleza es construirla significa que filosofía es la comprensión del proceso de autoconstrucción de la naturaleza. La deducción es precisamente la expresión metodológica de este proceso de formación de la naturaleza a través de la continuidad de la serie de sus grados. Y en un sistema que concibe como idénticos a sujeto y objeto, a espíritu y naturaleza, el *ordo idearum* coincide, como en Spinoza, con el *ordo rerum*. Construcción y deducción no son, por tanto, nada diferente de la intuición genética que sigue desde dentro el proceso de producción de la naturaleza reproduciendo el orden de la sucesión de sus momentos.

La deducción proporciona, en efecto, a la filosofía una de su más excelsas prerrogativas: penetrar en el proceso de producción de la naturaleza. La filosofía sigue a la naturaleza en su génesis. Por eso sólo puede proceder *a priori*. Filosofar sobre la naturaleza significa deducirla, reproducir el proceso de su autoconstrucción, elevarla sobre el mecanismo muerto a que la ha reducido la ciencia moderna. Schelling entiende la FN como "Física dinámica" que explica genéticamente los productos naturales, que sigue en los productos el curso de la producción. La ciencia empírica, piensa Schelling, se detiene en los productos que resultan del proceso de producción de la naturaleza, en el producto ya acabado y fijado como cosa (*natura naturata*). La filosofía, en cambio, dice Schelling, atiende a la producción, a la naturaleza como actividad (*natura naturans*); descubre detrás del resultado el proceso, y en los productos que acaparan la atención de la empiría no ve otra cosa que la superficie bajo la que corre el torrente de la vida. Mientras los conceptos empíricos desintegran el proceso de la naturaleza en momentos aislados, vinculados unos a otros sólo a través de la relación externa de causa-efecto, la deducción especulativa, partiendo de las causas (naturaleza-sujeto) para avanzar hacia los efectos (naturaleza-objeto) y construyendo los fenómenos naturales a partir de condiciones *a priori*, reconstruye la continuidad de un devenir que es el verdadero ser de la naturaleza

Hegel reconoce a Schelling el mérito de ser el padre de la moderna FN por haber acertado a elevarse por encima de las categorías (aislantes) del entendimiento con las que opera la física empírica, para adoptar la perspectiva de una consideración pensante que tenía por objeto construir el desarrollo de la naturaleza[21]. Por su parte Lukács valora como una gran contribución de Schelling haber elaborado una concepción dialéctica que reconoce en la contradicción una estructura real de la naturaleza y el principio de su dinamismo. La dialéctica objetiva, advierte Lukács, es lo que

[21] O.c., pp.504-505.

Marx, en carta a Feuerbach de 1843, denominó "el sincero pensamiento juvenil de Schelling". Y, aunque Lukács lamente, y en ello no hace más que seguir el juicio de Hegel, que Schelling no fuera suficientemente dialéctico, no deja de atribuirle el mérito de haber sobrepasado la visión mecanicista y los conceptos separados del conocimiento empírico para elevarse a una comprensión dialéctico-especulativa de la naturaleza[22].

Además de en lo relativo a la esencia dinámica de la naturaleza, complementa la filosofía la labor de la ciencia abordando expresamente el tratamiento de todos aquellos aspectos que se refieren a la consideración de la naturaleza en su totalidad. La *Natürphilosophie* se propone superar la visión compartimentada del mundo natural que ofrecen las ciencias experimentales (cada vez más aisladas en su tendencia a la especialización), recuperando una visión global que integre los ámbitos estudiados por las diferentes disciplinas en el todo orgánico de la naturaleza y que desarrolle la interpretación del sentido que adquieren los fenómenos naturales en su condición de partes de un todo y momentos de un proceso. Una concepción organicista de la realidad natural como la proporcionada por la filosofía orienta la atención preferentemente hacia la relación entre los fenómenos investigados por el conjunto de las ciencias y hacia la conexión dinámica que los vincula unos a otros como grados del proceso de formación de la naturaleza. Por ello la FN no puede ser confundida con la suma de las aportaciones de todas las ciencias.

La deducción filosófica configura una sistematización grandiosa en la que naturaleza orgánica y naturaleza inorgánica aparecen formando una unidad en la naturaleza universal. Es una única realidad, el organismo constituido por el todo de la naturaleza, la que, por medio de una y la misma fuerza, produce los fenómenos orgánicos y los inorgánicos. Schelling denomina a este modo de ver las cosas "spinosismo de la física". Ante la mirada globalizadora del filósofo todas las oposiciones aparecen como derivaciones de una oposición originaria: a través de la polaridad magnética, de la heterogeneidad eléctrica y química, y de la oposición de las funciones orgánicas, mantiene constantemente activo su dinamismo productivo la dualidad de las fuerzas de expansión y de atracción. "Es uno y el mismo el dualismo universal, dice Schelling, que, a partir de la polaridad magnética se pierde luego, a través de los fenómenos eléctricos, también en las heterogeneidades químicas y, finalmente, reaparece en la naturaleza orgánica"[23]. De ahí la relación de continuidad existente entre naturaleza inorgánica y naturaleza orgánica, que surgen una tras otra como momentos del proceso de una realidad única. El proceso de la vida, por otra parte, partiendo del resultado del proceso de la naturaleza inorgánica, recorre los mismos grados que este último. En el mundo de los organismos, la naturaleza se repi-

[22] O.c., pp. 108;118.

[23] *Primer Proyecto*, en *Werke*, II, p.258.

te a sí misma en una potencia más alta: sensibilidad, irritabilidad e impulso reproductivo son las potencias superiores de magnetismo, electricidad y proceso químico respectivamente.

Del principio de la correspondencia entre funciones orgánicas y grados de la naturaleza inorgánica se infiere que la naturaleza orgánica contiene los fundamentos explicativos de esta última. Cada una de ellas proyecta luz sobre la comprensión de la otra. Schelling dice que es tarea de la FN "conducir a una expresión común" la construcción de las dos dimensiones de la naturaleza. La filosofía integra las aportaciones de las ciencias en un sistema que, presentando todos los fenómenos como etapas de un proceso único, establece una precisa tabla de correspondencias entre los grados de la naturaleza orgánica y los de la inorgánica. Señalar semejanzas y generalizar forman parte del proyecto totalizador de la FN. A ello se refiere la crítica que acusa a Schelling de extrapolar ideas científicas y de abusar de las analogías. De acuerdo con la cosmovisión schellingiana, el magnetismo representa para la naturaleza inorgánica lo mismo que la sensibilidad para los organismos: el surgimiento de la dualidad, que es fuente de toda actividad; igualmente la alternancia de atracción y rechazo en los fenómenos eléctricos tiene su correspondencia en la alternancia de contracción y expansión que caracteriza a la irritabilidad, del mismo modo que la afinidad química la tiene en el impulso reproductivo y en la atracción de los sexos.

IV. Filosofía y Ciencia

La inspiración científica promueve, dentro de la *Natürphilosophie*, concepciones e hipótesis que anticipan futuros descubrimientos científicos y que llegan a ejercer una clara influencia en el trabajo de investigadores de varias disciplinas experimentales. Schelling anticipa el concepto electromagnético de la materia y el principio de la conservación de la energía, influye en la biología, en la anatomía comparada, en la medicina, en la psicología.

No faltan, desde luego, quienes piensan que la FN fue una rémora para el avance científico y que contribuyó a abrir un abismo entre ciencia y filosofía. Geymonat, por ejemplo, dice que la *Natürphilosophie* determinó el atraso científico de Alemania respecto de Francia en los primeros años del siglo XIX. Tampoco puede pasarse por alto que, ya en el siglo XIX, numerosos y, entre ellos, notables científicos reaccionan contra la FN de Schelling, en la que no ven otra cosa que mitología, a la vez que comparten la convicción de que, si se quería que la ciencia pudiera levantar cabeza en Alemania, era necesario apartarse totalmente del modo de proceder característico de la *Natürphilosophie* romántica. X. Tilliette, sin embargo, sostiene que no puede afirmarse que la FN de Schelling haya resultado históricamente infecunda. Un conocimiento más detallado de la historia de la ciencia, dice Tilliette, ha permitido a los especialistas reconocerle a Schelling

intuiciones geniales que sirvieron de estímulo a importantes investigaciones llevadas a cabo por hombres de ciencia[24]. Y, a pesar del éxito del paradigma de la ciencia moderna, así como del olvido en que cae la FN de Schelling durante buena parte del siglo XIX, el hecho cierto es que esa FN ejerce una positiva influencia sobre figuras como Carus, Eschenmayer, Oersted, Oken, Ritter, Steffens, R. Mayer, etc.

Con independencia de la valoración que se haga de la FN de Schelling, puede darse por históricamente constatado que dicha filosofía anticipa premisas de futuras teorías científicas. Y es digno de mención al respecto que la idea de una influencia de la filosofía sobre la ciencia tiene un fundamento preciso en la misma filosofía de Schelling. Porque procede mediante construcción, piensa Schelling, la filosofía se adelanta a la experiencia, proyectando luz sobre zonas desconocidas de la realidad y suministrando hipótesis que luego el experimento puede confirmar. La filosofía acelera el progreso del conocimiento empírico y proporciona ideas que conducen al descubrimiento científico[25]. Así, cuando no es conocido un eslabón intermedio entre dos fenómenos naturales, corresponde a la ciencia empírica llevar a cabo el experimento que permita encontrarlo, pero es la FN la que ha advertido el hueco en que falta "el intermediario". Por eso es la filosofía "el alma del auténtico experimento" y "la madre de todos los grandes descubrimientos"[26].

Podemos encontrar en la FN de Schelling una materialización paradigmática de esta teoría. Desarrollando premisas de su propio sistema descubre Schelling el lugar vacío de un fenómeno natural que, si existiera, sería la unión de magnetismo, electricidad y proceso químico. La confluencia de sensibilidad, irritabilidad e impulso reproductivo en el galvanismo lo lleva a postular la existencia, en la potencia inferior, de un grado análogo que aglutinara las tres funciones de la naturaleza inorgánica. Schelling llega a sugerir la posibilidad de un experimento en el que la fusión de los fenómenos magnéticos, eléctricos y químicos pudiera llegar a hacerse efectiva. Con ello está adelantando piezas de un programa de investigación que, desarrollado, desembocará en la teoría unificada del electromagnetismo. Muchos años después, reivindica (en la "Primera lección en Munich" de 1827) la virtualidad anticipatoria, respecto de algunos descubrimientos sobre electromagnetismo, de su *Introducción al Proyecto de un sistema de filosofía de la naturaleza* de 1799 y afirma (en el "Discurso sobre Faraday" de 1832) que los descubrimientos de Faraday habían confirmado lo que él anticipara ya en aquel texto de su primera FN[27].

Con la concepción de la naturaleza como un todo unitario y con la idea del entrelazamiento dentro de ella de los fenómenos magnéticos, eléctricos

---

[24] *Historia de la Filosofía*, Siglo XXI, Madrid 1977, Vol.7, p.384.

[25] *Sobre el verdadero concepto de la filosofía de la naturaleza*, en *Escritos*, p.267.

[26] *Introducción al Proyecto* , en *Escritos*, p.127.

[27] Ver *Introducción al Proyecto* , en *Escritos* p.165, y *Werke*,V, p.56.

y químicos, la FN de Schelling mantiene viva su influencia, a través de Oersted, Faraday, etc, sobre un significativo segmento de la ciencia del XIX. Su teoría de la constancia de la suma total en las diferentes combinaciones de fuerzas, así como de la convertibilidad de las fuerzas entre ellas, ha sido considerada un precedente del principio de la conservación de la energía. Como ha mostrado T. S. Kuhn, que varios científicos llegaran por separado en un corto período de tiempo a descubrir el principio de la conservación de la energía se debe entre otras cosas a la influencia, al menos en algunos de ellos, del supuesto, transmitido por Schelling y por la *Natürphilosophie*, de la realidad de una fuerza única e indestructible detrás de todos los fenómenos naturales[28]. Aun en el momento de su declive, la *Natürphilosophie*, al defender una visión omniabarcante de la realidad natural, sigue influyendo en el proceso de integración de las distintas disciplinas científicas que, como consecuencia del descubrimiento de diversos fenómenos de conversión entre formas de energía, tiene lugar en el siglo XIX. Schelling sostuvo que todos los fenómenos y fuerzas eran modificaciones de una única fuerza y, por tanto, el objeto de una única teoría común[29].

Es cierto que la FN de Schelling, además de dejar un escaso margen a la experiencia, padece una manifiesta ceguera para el papel de la matemática en las ciencias de la naturaleza, lo que tenía como consecuencia que resultara especialmente problemática una relación positiva de aquella filosofía con la investigación de los físicos experimentales. A pesar de ello las ideas de Schelling ejercen una clara influencia en la Física que se hace en los años posteriores a la aparición de sus escritos sobre FN[30]

Mención especial merece también la influencia de Schelling en el desarrollo de la ciencia médica. Schelling sentía un gran interés por la medicina (a la que llama "corona y flor" de todas las ciencias naturales), la estudia con particular intensidad, llega a ser nombrado Doctor *Honoris Causa* en medicina por la Universidad de Landshut y edita con el médico Carus una revista sobre la disciplina (los *Jahrbücher der Medizin als Wissenschaft*), que se publica durante los años 1805-1808. Compartiendo la convicción, muy arraigada en la *Natürphilosophie*, sobre la necesaria proximidad de medicina y Filosofía, Schelling se propone proporcionar una fundamentación filosófica de la medicina. Para llevar a cabo su proyecto, hace la crítica de las concepciones del hombre y de la naturaleza sobre las que se sustentaban las teorías y terapias seguidas por los médicos de la época, a la vez que busca en su FN los principios sobre los que fundar la doctrina médica, derivando de ellos la concepción de la salud y la enfermedad. Schelling inserta la medicina en la filosofía del organismo. Salud, enfermedad y tera-

---

[28] *La tensión esencial*, F.C.E, México 1982, pp. 121-124.

[29] *Deducción general del proceso dinámico* , en *Escritos*, pp.220-221.

[30] Hans-Jürgen Treder: "Zum Einfluss von Schellings Natürphilosophie auf die Entwicklung der Physik", en H.J. Sandkühler (Hrsg.): *Natur und geschichtlicher Prozess. Studien zur Natürphilosophie F.W.J. Schellings*, Suhrkamp, Frankfurt am Main 1984, pp. 330 ss.

pia, piensa Schelling, tienen un lugar preciso en la construcción de la naturaleza orgánica y necesariamente han de ser pensadas en el contexto de la comprensión especulativa de los organismos y del todo de la naturaleza.

La teoría de la excitabilidad va a suministrar el marco inmediato de la explicación filosófica de la salud y la enfermedad. Schelling parte de las ideas de Brown, mediadas por la interpretación que, bajo la influencia de Fichte, había hecho de las mismas el médico A. Röschlaub. De acuerdo con la interpretación de la teoría de la excitabilidad (*Erregbarkeit*) que de ahí resulta, y que Schelling expone en su *Primer Proyecto*, la subsistencia de los organismos se sostiene sobre el condicionamiento recíproco de receptividad y actividad, así como sobre el condicionamiento de estas por los estímulos del medio. La organización de un organismo consiste, dice Schelling, en una determinada proporción de fuerzas orgánicas (sensibilidad e irritabilidad). Si esa proporción se rompe, se produce la enfermedad: una alteración de la estructura del organismo que pone en peligro la existencia del mismo, ya que la excitabilidad y sus desequilibrios inciden directamente sobre la capacidad de autoreproducción de los organismos. Schelling vincula la salud al mantenimiento del grado de excitabilidad que asegure al organismo la capacidad de reaccionar adecuadamente ante los estímulos del medio, lo cual depende de la proporción en que se den en aquel la receptividad y la actividad. La ruptura del equilibrio –interno al organismo– entre estas dos fuerzas trae consigo la ruptura del equilibrio entre el organismo y el medio. Es la enfermedad. Mientras está afectado por ella, el organismo no reacciona convenientemente ante los estímulos y su existencia se encuentra en peligro.

Brown entendía los enfermedades como afecciones asténicas y esténicas, haciéndolas depender de la desproporción entre estímulo y excitabilidad. Schelling precisa que el estado de enfermedad es la consecuencia de la desproporción –provocada por los estímulos– entre los factores de la excitabilidad (*Erregbarkeit*), que son la sensibilidad y la irritabilidad (*Irritabilität*). Si los estímulos son demasiado fuertes, disminuye la sensibilidad y aumenta la irritabilidad de forma desproporcionada: tenemos la estenia. Si, por el contrario, los estímulos son muy débiles, sube la sensibilidad y baja la irritabilidad hasta sobrepasar los límites dentro de los que se mantiene la proporción de fuerzas compatible con el buen funcionamiento de la capacidad de autoreproducción: se produce la astenia. Y, en fin, dado que la enfermedad consiste en un desequilibrio, la estrategia a seguir para reestablecer el estado de salud tendrá que ser orientada al objetivo de recuperar en la excitabilidad el equilibrio de la síntesis de los factores sensible e irritable[31].

Se ha dicho que esta concepción de la salud, la enfermedad y la terapia ejerció una clara influencia sobre el proceso de constitución de la medicina

[31] Esta exposición de la teoría de la salud y la enfermedad de Schelling corresponde al importante "Apendice" que figura en el tercer capítulo del *Primer Proyecto* . Ver *Werke* , II, pp.220 ss.

como ciencia en el siglo XIX. Algunos estudiosos señalan que, sin sobrevalorar el papel de Schelling en la determinación del sentido de ese proceso, es preciso reconocer que la influencia de su FN se deja sentir decisivamente en un buen número de médicos de la época, como Eschenmayer, Marcus, Röschlaub, K. E. Schelling, G. H. Schubert, Oken, etc.[32] El fenómeno alcanzó, desde luego, la dimensión suficiente para que llegara a hablarse de una *naturphilosophische Medizin* al referirse a la orientación que dentro del ámbito de la medicina seguía las ideas de Schelling.

En todo caso, no deja de ser cierto que el pensamiento de Schelling suscita una fuerte reacción crítica, incluso entre los médicos alemanes, ya desde el momento de la aparición de sus escritos sobre FN. En la autocomprensión de buena parte de la medicina del siglo XIX se juzga como perjudicial la incidencia de la filosofía del idealismo alemán sobre el desarrollo de la medicina. Comparte este punto de vista un importante sector de la historiografía tradicional que deplora el entusiasmo de muchos médicos por las ideas de Schelling o que sostiene que el despegue de la medicina como ciencia se produce en la segunda mitad del siglo XIX cuando la investigación médica se separa de la *Natürphilosophie*.

R.Toellner, en cambio, advierte que es la influencia de Schelling sobre la medicina lo que no debe ser infravalorado y que debería verse, en el hecho de una reacción en contra de que se intentara sacarle un rendimiento médico a su FN, una buena prueba en favor de la tesis que afirma la importancia de la influencia de Schelling sobre la medicina[33]. En contra de la historiografía tradicional sostienen algunos investigadores que la FN de Schelling contribuye poderosamente a hacer surgir las condiciones del nacimiento y desarrollo de la medicina moderna como ciencia, a la vez que llaman la atención sobre la importancia histórico-filosófica de la teoría de la excitabilidad de Schelling, sobre la vigencia actual de algunos elementos de su explicación de la enfermedad a partir de la teoría de la excitabilidad y sobre el interés de su FN para entender algunas discusiones que se suscitan en el seno de la medicina moderna y contemporánea[34]. También ha sido rei-

---

[32] D.v. Engelhardt, en Zandkühler: o.c.,pp.317 ss.

[33] Richard Toellner: "Randbedingungen zu Schellings Konzeption der Medizin als Wissenschaft", en L.Hasler (Hrsg.):o.c.,p. 118.

[34] Ver Nelly Tsouyopoulos: "Schellings Konzeption der Medizin als Wissenschaft und die *Wissenschaftlichkeit* der modernen Medizin", en L. Hasler (Hrsg.): o.c.,pp.108ss. También de esta bien informada autora es digno de mención su: "Schellings Krankheitsbegriff und die Begriffsbildung der modernen Medizin", en R. Heckmann, H. Krings, R. W. Meyer (Hrsg.): *Natur als Subjectivität. Zur Auseinandersetzung mit der Natürphilosophie des jungen Schelling,* Fromman-Holzboog, Stuttgart-Bad Cannstatt, pp.265 ss. Sobre la influencia de Schelling en el debate epistemológico en torno a la medicina en los primeros años del siglo XIX puede verse en español: Luis Montiel: "Más allá de *El nacimiento de la clínica*. La comprensión de la *Anatomía general* de Bichat desde la *Natürphilosophie* de Schelling", en O. Marquet y J. Rivera (Coord.): *El inicio del idealismo alemán*, Ed. Complutense-Univ. Nacional de Educación a Distancia, Madrid 1996.

vindicada por historiadores recientes la idea schellingiana de pensar la medicina en un contexto filosófico. Constituye una valiosa aportación de Schelling, según estos historiadores, haber establecido, a partir de los principios de su FN, una sólida conexión entre Fisiología, Patología y Clínica, contribuyendo con ello a fijar las premisas de una teoría de la enfermedad ligada a la concepción de la naturaleza orgánica y que suministraba principios científicamente fundados de la estrategia a seguir para curar las enfermedades. El tratamiento de la fisiología a la luz de la teoría de la excitabilidad –y de la incidencia de ésta en la reproducción– abría paso a la elaboración de una patología científica, y todo ello venia al fin a transformar en el sentido de un mayor rigor epistemológico el perfil de la Clinica como ciencia[35]. A tal respecto cabe observar que los escritos de Schelling sobre FN ven la luz en el momento oportuno: cuando muchos médicos sienten vivamente la necesidad de una fundamentación teórica de sus ideas sobre la salud, la enfermedad y el tratamiento de la enfermedad, y eso explica que recibieran la filosofía de Schelling, al menos algunos de ellos, con entusiasmo[36].

En términos parecidos han sido reivindicadas tanto la exigencia schellingiana de una vinculación especialmente estrecha de la medicina a la antropología como su concepción de la unidad de naturaleza y espíritu, las cuales influyen en la medicina antropológica, en la Psiquiatría existencial, en la Psicosomática, en el Psicoanálisis y, en general, en aquellas orientaciones de la medicina que abordan la enfermedad a la luz de la concepción del ser del hombre en su condición de totalidad anímico-corporal dotada de subjetividad[37].

Proporciona una buena oportunidad para ilustrar la posición de la *Natürphilosophie* ante la ciencia la cuestión de la evolución. Aunque Schelling no acepta la idea de la transformación de una especie en otra (sí la admite como posibilidad, a pesar de que la experiencia, dice, no ha proporcionado ningún ejemplo de una tal transformación), anticipa elementos característicos de teorías como la de Darwin. Schelling habla de la naturaleza como proceso, de grados (*Stufen*) de ese proceso que se suceden unos a otros formando una serie progresiva en la "marcha constante de la naturaleza hacia su organización". Son datos que sugieren un paradigma que uno tiende a considerar abocado a confluir con la teoría de la evolución.

Sin embargo, según acabo de indicar, Schelling no admite una relación de real descendencia entre especies. Proceso de la naturaleza no significa, para Schelling, desarrollo de la organización de un ser vivo hasta derivar en

---

35 Nelly Tsouyopoulos, en L.Hasler (Hrsg.): o.c., pp. 111 ss.

36 R. Toellner, en L.Hasler (Hrsg.): o.c., pp.117ss.

37 D.v. Engelhardt pone en relación con la FN de Schelling la obra de W.v. Weizäker, Jaspers, Binzwanger, etc. Ver en Zandkühler (Hrsg.): o.c., p.319. Ver también de Detlev v. Uslar: "Die Aktualität Schellings für Tiefenspsychologie und Psychotherapie", en L. Hasler (Hrsg.): o.c., pp. 163 ss.

otra organización[38]. Si se habla de serie gradual de plantas y animales, no hay que entender por ello, en consecuencia, que unas procedan realmente de las otras. La gradación ha de ser referida ineludiblemente a una serie de formas fijas, pues Schelling sigue defendiendo el viejo supuesto de la permanencia de las especies y no admite una evolución del ser del hombre a partir del animal. No es la evolución de que se habla en FN una evolución real, sino un proceso ideal que corresponde a la derivación de grados, unos a partir de otros, tal como es llevada a cabo en la construcción especulativa. En el seguimiento de su objetivo, la filosofía avanza guiada por un interés que orienta la atención hacia la gradación dinámica sacada a la luz por la construcción ideal, a la que no tiene por qué corresponder una sucesión real de organizaciones derivadas unas de otras.

La de Schelling es una filosofía del devenir, pero la idea de proceso remite en ella al nivel concernido por la construcción especulativa, no al que es objeto de la ciencia empírica. Expresiones como proceso progresivo o grados del desarrollo de la naturaleza han de ser referidas a la productividad de la naturaleza, a la *natura naturans*, la cual, merced a su constante actividad, se determina a sí misma produciendo diferencias que conforman una serie escalonada de grados. Es la naturaleza una y única la que con su actividad está detrás de la serie gradual de las manifestaciones de la naturaleza, de modo que la potenciación o gradación (*Steigerung*), con su despliegue en la serie de los grados de organización, no presupone como fundamento de su posibilidad otro principio que la productividad de la naturaleza, no pudiendo ser asociada de ningún modo a la idea de la transformación de unos grados en otros.

Con el fin de plausibilizar la afirmación de una influencia de Schelling en las explicaciones científicas de la evolución es necesario destacar que la actividad potenciadora de la naturaleza produce organizaciones cada vez más complejas y diferenciadas, configurando una escala de estratos de estructuras en la que cada uno de ellos acumula las adquisiciones de los estratos inferiores, a la vez que incorpora innovaciones que no han aparecido en estos. Aunque las estructuras no proceden unas de otras, van surgiendo sucesivamente, cada una después de otra anterior, de acuerdo con el nivel de su complejidad. La sucesión de grados se produce en una dirección que va de menos a más, originándose así un proceso a través del cual la naturaleza asciende desde las formas más simples hasta las más complejas y mejor organizadas[39]. Schelling habla de una "marcha constante de la naturaleza hacia su organización"[40].

Pueden encontrarse en los escritos de Schelling textos en los que su posición se aproxima de forma manifiesta a la teoría de la evolución. Así, en una

---

[38] *Primer Proyecto*, en *Werke*, II, p.62.

[39] *Primer Proyecto*, en *Werke*, II, p.54.

[40] Esta expresión de Schelling, que ha sido interpretada como una anticipación de la futura teoría de la evolución, proporciona a Camilla Warnke el título de un trabajo en el que enfa-

carta a Goethe de 1801, le confiesa a éste que su (de Goethe) teoría de la metamorfosis de las plantas le parece una buena explicación del surgimiento de toda forma orgánica y le confiere verosimilitud a la idea de una interna identidad de todas las organizaciones[41]. En *Contribución a la historia de la filosofía moderna* (1836), casi 40 años después de la publicación de sus primeros escritos sobre FN –cuando Schelling hace balance de lo que ha representado su *Natürphilosophie*–, llama la atención con satisfacción sobre la influencia que la misma ha ejercido sobre las ciencias naturales. Advierte esto Schelling al referirse a su concepción del proceso de la vida como una serie dinámica de estructuras que son grados ordenados unos a otros de modo que los animales superiores contienen en sus órganos alusiones y recuerdos de grados ya superados en el proceso de la naturaleza orgánica, al igual que las organizaciones anteriores en el proceso reaparecen como simples grados y como medios en los organismos superiores. Se trata, dice Schelling, de un carácter esencial de toda progresión que fue primeramente descubierto y determinado en la filosofía y que posteriormente ha pasado de la filosofía a las ciencias naturales[42]. Es pertinente advertir a este respecto que Schelling sintió un gran interés por la anatomía y la fisiología comparadas, las cuales operan en un contexto de supuestos próximos a la idea de escala de grados en la organización de los seres vivos. Schelling influye en Oken, uno de los precursores de la teoría de la evolución, y sugiere investigaciones, en el dominio de las disciplinas mencionadas, que van a favorecer la consolidación de la convicción respecto de la evolución de la naturaleza orgánica.

Debe señalarse igualmente que la perspectiva globalizadora de la FN de Schelling, que hace extensiva la idea de devenir a todos los estratos de la naturaleza, anticipa la concepción de un proceso del Universo en la que la evolución de la vida aparece como un estadio más de la historia del todo del cosmos[43]. Y, en fin, por lo que se refiere a la explicación del proceso de formación del individuo, se ha destacado con toda justicia que Schelling anticipa, con Blumenbach y otros, elementos importantes de la actual teoría epigenética del desarrollo[44].

---

tiza el carácter progresivo y ascendente del proceso de la naturaleza y en el que afirma que puede considerarse a Schelling el teórico de la biología que entonces se constituía como ciencia. Ver: "*Der stete und feste Gang der Natur zur Organisation*. Schellings Begriff der organischen Entwicklung", en K. Gloy y P. Burger (Hrsg.): *Die Natürphilosophie im Deutschem Idealismus*, Frommann-Holzboog, Stuttgart-Bad Cannstatt 1993, p.148.

41 Citado por Küppers: o.c., p.117.

42 *Werke*, V, pp.181-182.

43 Ver R. Heckmann: "Die Aktualität von Schellings Natürphilosophie im Hinblick auf das moderne evolutionäre Weltbild", en R.Heckmann, H. Krings, R.W. Meyer (Hrsg.): o.c., pp. 291 ss.

44 Ver *Primer Proyecto*, en *Werke*, II, pp.60-61.
Sobre esta cuestión puede verse: A. Rábano Gutiérrez: "Actualidad de la interpretación epigenética del desarrollo de los seres vivos en la filosofía natural de Schelling", en O. Marquet y J. Rivera (Ed.): o.c., pp.325 ss.

El recorrido por los dominios del mundo de la ciencia sobre los que tuvo alguna repercusión la FN de Schelling requiere más tiempo y espacio del que tenemos para esta ponencia. A título de ilustración significativa puede ser suficiente lo que acabo de señalar. Sólo deseo añadir que las anticipaciones en la FN de Schelling alcanzan también a la orientación de las ciencias de la naturaleza (Prigogine, Haken, etc.) en la que desempeña un papel central el nuevo paradigma de la autoorganización. Haré una breve referencia a este punto en el apartado siguiente.

V. La filosofía frente a la ciencia

(El filosofar como "recuerdo del estado en que éramos una misma cosa con la naturaleza")

La confrontación de la *Natürphilosophie* con la visión mecanicista del mundo constituye un aspecto fundamental de la cuestión de la relación filosofía-ciencia en el romanticismo. En sintonía con el peculiar sentimiento romántico hacia la naturaleza, y avanzando en la dirección señalada por el Kant de la *Crítica del Juicio*, Schelling denuncia las limitaciones de la interpretación cuantitativo-mecanicista de la naturaleza proporcionada por la ciencia dominante en la modernidad a partir de Galileo y de Newton, contraponiéndole a esa interpretación una FN a la que señala como tarea orientar la atención sobre dimensiones de la realidad natural ignoradas por aquella. La *Natürphilosophie* ofrece una comprensión del mundo natural alternativa a la reducción –llevada a cabo por la ciencia moderna y teorizada en la *Crítica de la razón pura* de Kant– de la naturaleza a objeto constituido, disponible o manipulable. Según ha señalado Heidegger, para la ciencia y la técnica de la época moderna, la naturaleza no es otra cosa que objeto sometido al dominio del sujeto y material a disposición de la industria. La *Natürphilosophie* contiene un principio de reacción frente al extrañamiento de una realidad natural objetivada respecto del sujeto-hombre, y a Schelling le corresponde el mérito de haber reivindicado para la filosofía el derecho de juzgar a la ciencia denunciando las extralimitaciones de una visión reductora que pretende agotar el verdadero conocimiento de la realidad[45].

Pero Schelling no condena la investigación científica sin más, sino tan sólo la ciencia históricamente constituida. Schelling no aspira a sustituir la ciencia por la filosofía. Según vimos en su momento, Schelling apuesta por la colaboración entre filosofía y ciencia empírica. Cree que ambas están legitimadas en sus respectivos dominios y que ninguna de ellas puede susti-

[45] Ver Schmied-Kowarzik: "Selbst und Existenz. Grundanliegen und Herausforderung der Natürphilosophie Schellings", en H. M. Baumgartner und W. G. Jacobs (Hrsg.): o.c., pp.125-128.

tuir a la otra. A lo que se opone Schelling es a la concepción mecánico-cuantitativa de la naturaleza imperante en la ciencia moderna. No critica a la ciencia por ser experimental, sino que cuestiona presupuestos metafísicos de la visión mecanicista de la naturaleza que no cuentan con el respaldo de ninguna experiencia.

A la naturaleza –reducida a cantidad y movimiento– de la física moderna opone Schelling la naturaleza concebida como potencia incondicionada que actúa por sí misma y que no puede ser tratada, por tanto, como mero material para el trabajo humano. La visión mecanicista, piensa Schelling, se mantiene en el ámbito de la naturaleza-objeto, donde las explicaciones no van nunca más allá de la cadena sin fin de causas y efectos y no pueden proporcionar una fundamentación última de los fenómenos naturales, la cual ineludiblemente habrá de ser buscada en la incondicionalidad de la naturaleza-sujeto, principio de una actividad espontánea que se determina desde las fuerzas originarias de la misma naturaleza. Schelling dice que la naturaleza es autónoma –se da a sí misma sus propias leyes– y autárquica –todo lo que le sucede puede explicarse a partir de los principios motores que se encuentran en ella[46]–.

La consideración de la naturaleza como *natura naturans* dotada de subjetividad es una aportación de la filosofía. La ciencia empírica se ocupa de la naturaleza como producto, que es la naturaleza-objeto, mientras que la filosofía tiene por objeto la naturaleza como productividad, que es la naturaleza-sujeto[47]. Schelling dirá que filosofar sobre la naturaleza significa precisamente pensarla como un organismo viviente que se determina, se mueve y actúa por sí mismo.

A esta concepción filosófica de la naturaleza-sujeto corresponde una peculiar comprensión de la relación del hombre con la naturaleza. Es un dato que deber ser subrayado: la *Natürphilosophie* determina el puesto del hombre en la naturaleza a partir de una determinada interpretación de la naturaleza. Si la naturaleza es "espíritu visible", piensa el filósofo, será necesario abandonar aquel dualismo kantiano que contraponía en términos tan radicales la libertad a una naturaleza asimilada a la necesidad ciega del mecanismo. El concepto de naturaleza-sujeto proporciona una solución al problema kantiano del abismo entre naturaleza y libertad. Aunque partiendo de los planteamientos del Kant de la *Crítica del Juicio*, la filosofía schellingiana va más allá de Kant y propone una mediación real de la libertad humana por la naturaleza determinada como sujeto.

La *Natürphilosophie* recibe su inspiración, en alguna medida, de la conciencia, muy extendida entre los románticos, de la escisión entre hombre y naturaleza. En *Introducción a Ideas* dice Schelling que la necesidad de la filosofía procede de esa escisión, no siendo otro el objetivo de quien hace

---

[46] *Primer Proyecto*, en *Werke*, II, p.17.

[47] *Introducción al Proyecto*, en *Escritos*, p.131.

filosofía que la superación de la escisión[48]. Hasta tal punto ve Schelling vinculada la tarea de la especulación filosófica al objetivo de la reconciliación hombre-naturaleza que no tiene reparo en afirmar que "todo filosofar consiste en un recuerdo del estado en que éramos una misma cosa con la naturaleza"[49]. Y lo que aporta la filosofía a la empresa de la reconciliación es, ante todo, una nueva idea de naturaleza.

El más antiguo programa de sistema del idealismo alemán (1796-97), que indudablemente expone ideas de Schelling, se plantea la siguiente cuestión: "¿Cómo tiene que estar constituido un mundo para un ser moral?"[50]. La cuestión del joven Schelling no es otra que la que ha planteado Kant cuando aborda la tarea de indagar si es posible levantar un puente sobre el abismo existente entre naturaleza y libertad. También la respuesta que le da Schelling a la cuestión se inspira ampliamente en la solución kantiana, con la salvedad de que el filósofo del idealismo objetivo confiere un decisivo alcance ontológico a la mediación de la libertad por la naturaleza. Kant expone, en la *Crítica del Juicio*, que el concepto de una naturaleza ordenada a fines "abre a la razón práctica ventajosas perspectivas", ya que permite concebir a la naturaleza como adecuada para que la libertad realice en ella la moralidad[51]. Schelling dirá que un mundo adecuado a la singularidad de un ser moral no puede estar constituido como el mundo-obstáculo de Fichte ni como la naturaleza objetivada de la interpretación mecanicista del mundo; a la libertad sólo podrá acogerla en su seno la naturaleza que la *Natürphilosophie* ha revelado en su condición de organismo viviente determinado originariamente como sujeto.

En el contexto de una FN que fundamenta la viabilidad de una relación reconciliada y de una mediación del hombre con la naturaleza va a encontrar las premisas que contribuirán a fijar su sentido y a justificar la idea de un deber del hombre para con la naturaleza. Schelling asocia al concepto de la naturaleza-sujeto una teoría del proceso del Universo que, en contraposición a los dualismos (Descartes, Kant de la primera *Crítica*, Fichte), explica como derivados de un principio uno y único todos los estratos de la naturaleza, también el de la conciencia y la libertad humanas. De la explicación schellingiana del devenir del Universo se desprende que el hombre procede del proceso de la naturaleza: es parte de la naturaleza, está vinculado a ella y debe, por tanto, vivir en armonía con ella. La relación del hombre con la naturaleza-sujeto no puede ser la relación que se tiene con un objeto. Si la subjetividad humana se ha desarrollado a partir de la naturaleza y se sustenta sobre ella, ha contraído con ésta una deuda que no puede ignorar.

---

[48] *Escritos*, pp.70-72.

[49] *Deducción general del proceso dinámico*, en *Escritos*, p.247.

[50] Ver Hegel: *Escritos de juventud*, FCE, Madrid 1978, p.219.

[51] Segunda Introducción de la *Crítica del Juicio*, parág.II.

La *Natürphilosophie* concibe, asimismo, la naturaleza como un organismo viviente en el que el hombre está en relación con todo, de modo que nada de lo que hay en el Universo puede serle indiferente. Con el romanticismo se consolida una visión organicista del mundo que vincula al hombre a la historia de la vida y del todo de la naturaleza, asociando al vínculo ontológico un deber de solidaridad del hombre para con la naturaleza. Frente a la razón instrumental y objetivadora, orientada al dominio del mundo, la cosmovisión del romántico promueve otra actitud del hombre ante la naturaleza. No debe extrañar, por ello, que puedan ser identificadas en la *Natürphilosophie* algunas de las claves de *Organismo y libertad* de H. Jonas así como de los argumentos de este autor en torno a la fundamentación, en una FN, de la ética de la responsabilidad por la naturaleza. La actual crisis ecológica, y la cada vez más extendida conciencia de las implicaciones de la moderna ciencia de la naturaleza, confieren a la FN de Schelling y del romanticismo una hasta ahora insospechada actualidad[52]. Es digno de mención, al respecto, que Heidegger, crítico señalado de la alianza moderna de física matemática y dominio técnico del mundo, a la vez que defensor acérrimo de un cambio radical del comportamiento del hombre ante la naturaleza, invoca una y otra vez al gran poeta romántico Hölderling. Asimismo, Bloch, que recupera la oposición de Schelling a la imagen mecánico-cuantitativa de la naturaleza en la ciencia moderna –imagen asociada en *El Principio Esperanza* a la concepción de la naturaleza como material sobre el que se aplica el poder dominador de la técnica en la sociedad industrial– reivindica el concepto schellingiano de la naturaleza-sujeto como pieza maestra de la utopía de la reconciliación hombre-naturaleza por medio de una técnica de alianza que permita la transformación del trabajo humano en una tarea de colaboración con las fuerzas y tendencias que operan en la misma realidad natural[53].

W. Schmied-Kowarzik ha llamado reiteradamente la atención sobre el significado de la FN de Schelling, tanto para el actual pensamiento ecológico, como para el cuestionamiento de la comprensión, dominante en la ciencia moderna, de la naturaleza como objeto a disposición del hombre[54]. Este autor, que da una enorme importancia a la polémica de Schelling con Fichte en la *Darlegung* de 1806, sostiene que Schelling atribuye al autor de la

---

[52] Sobre la FN de Schelling y de los románticos como programa de restauración de la antigua veneración por la naturaleza frente a la degradación de la misma en las modernas ciencias naturales, ver C. Jamme: *Ilustración vía Mitología. Sobre la relación entre dominio y devoción de la naturaleza hacia 1800*, en "Er", Nº 6(1988), pp.21 ss.

[53] *El Principio Esperanza* , Aguilar, Madrid, 1974, Vol.II, pp.238-246; 259 ss; 262-263.

[54] Schmied-Kowarzik: "Zur Dialektik des Verhältnisses von Mensch und Natur. Eine philosophiegeschichtliche Problemskizze zu Kant und Schelling", en Zandkühler: o.c., pp.145 ss. Del mismo autor: "Die existentiell-prachtische Einheit von Mensch und Natur. Zur Bedeutsamkeit der Natürphilosophie Schellings für die Ökologiedebatte", en *Natur und Subjektivität*, pp.375 ss.

Doctrina de la Ciencia la fundamentación filosófica de la reducción, llevada a cabo por la visión mecanicista del mundo, de la naturaleza a material disponible para la manipulación[55]. Fichte, dice Schelling en la *Darlegung*, reduce la naturaleza a objeto, a mecanismo, a algo muerto sobre lo que se puede trabajar. Lo esencial de la opinión de Fichte sobre la naturaleza, si nos atenemos a la interpretación schellingiana de la *Doctrina de la ciencia*, podría sintetizarse en lo siguiente: la naturaleza "debe ser utilizada": "no está ahí para otra cosa que para ser utilizada"[56]. Ahora bien, sentencia Schelling, una naturaleza sometida al hombre y forzada a servir exclusivamente a los fines humanos es una naturaleza muerta, y una humanidad que, volviendo la espalda a los lazos que la unen a la naturaleza, se empeña, como lo hace Fichte, en absolutizar la subjetividad y en negar a la naturaleza imponiéndole cualquier suerte de fines subjetivos, es una humanidad suicida que trabaja en su propia destrucción[57]. Llamando la atención sobre el significado profético de estas advertencias de la *Darlegung*, Schmied-Kowarzik sostiene que Schelling es el primer filósofo que nos apercibe de los riesgos de la absolutización de la racionalidad científico-técnica asociada al proyecto moderno de explotación de la naturaleza[58].

Espoleado por el sentimiento romántico de simpatía hacia la naturaleza, Schelling reacciona contra el "odio a la naturaleza"[59] que transpira el idealismo subjetivo de Fichte y le opone a la *Doctrina de la ciencia* una FN que reivindica el estatuto ontológico de la naturaleza declarándola idéntica al espíritu y atribuyéndole la prerrogativa de la subjetividad, lo que hace del todo de la realidad natural un organismo viviente que se organiza a sí mismo a partir de una actividad interna absolutamente espontánea. La naturaleza, dice Schelling, "tiene su realidad a partir de sí misma" y "es su propio producto"; es "un todo organizado a partir de sí y que se organiza a sí mismo"[60].

La centralidad de la idea de autoorganización en la FN de Schelling, el cual la hace extensiva, más allá del ámbito de los seres vivos, a todos los dominios de la realidad, constituye un motivo más de la afirmada –por algunos investigadores– relevancia de la FN de Schelling para las ciencias de la naturaleza en la actualidad. Se ha hablado al respecto de la conveniencia de una rehabilitación de Schelling que vendría propiciada por datos –como

---

55 Schmied-Kowarzik: *Schellings Idee einer Natürphilosophie. Ein noch heute herausfor - derndes Projekt*, en "Information Philosophie", (Juni 1999), p.16.

56 *Darlegung des wahren Verhältnisses der Natürphilosophie zu der verbesserten Fichtes - chen Lehre*, en *Werke*, III, p.17.

57 Ibid., pp.18-19.

58 "Selbst und Existenz...", en o.c., p.128; "Thesen zur Entstehung und Begründung der Natürphilosophie Schellings", en K. Gloy y P. Burger (Hersg.), o.c., pp. 68, 70-71, 97.

59 La expresión "odio a la naturaleza", referida a Fichte, aparece en la *Darlegung*: *Werke*, III, p.112.

60 *Primer Proyecto*, en *Werke*, II, p.17.

el papel que tiene en la ciencia actual el paradigma de la autoorganización– que permiten en el presente una recepción de su pensamiento más objetiva que la dominante en el siglo XIX, que tendió frecuentemente a ser unilateral, tanto por parte de los seguidores entusiastas del filósofo como por parte de muchos de sus críticos, generalmente bastante radicales en el rechazo. M.-L. Heuser-Kessler ve en la categoría schellingiana de autoconstrucción un antecedente de las teorías de la autoorganización (Prigogine, Haken). FN de Schelling y física de la autoorganización coinciden, dice esta intérprete, en sostener que también la naturaleza inorgánica se configura en estructuras cada vez más complejas a través de procesos de autoorganización[61].

El supuesto de una capacidad de autoorganización de la naturaleza abre la perspectiva de un proceso en el que va surgiendo una serie de organizaciones cada vez más complejas que culmina en la libertad. Heuser-Kessler pone en relación la cuestión de la productividad y de la autoconstrucción de la naturaleza con el problema de la conciliabilidad de naturaleza y libertad. La creatividad humana, dice, está emparentada con la productividad originaria de la naturaleza en general, y la libertad del hombre, con la autonomía de una naturaleza que se organiza a sí misma[62]. En este punto, la FN anticipa posiciones fundamentales de la física de la autoorganización.

Prigogine, por ejemplo, opone a la naturaleza pasiva y manipulable de la física mecanicista la visión de un mundo reencantado merced a la teoría de la autoorganización espontánea de la naturaleza[63], y esto es lo que le permite hablar de una nueva alianza entre hombre y naturaleza. A pesar de sus reservas frente a la *Natürphilosophie*, Prigogine reivindica aspectos de la FN de Hegel –en parte heredados de Schelling– como el concepto, fundamental en un proyecto de concepción alternativo a la ciencia newtoniana, de un proceso que integra como momentos a la naturaleza y al espíritu[64]. El programa de Prigogine es el de Schelling: recuperar, frente a la visión mecanicista del mundo, la idea de una naturaleza afin al hombre, superando así el extrañamiento de libertad y naturaleza sancionado por el Kant de la *Crítica de la razón pura*. En el contexto de una teoría de la autoorganización que concibe a la naturaleza como "camino de un proceso que lleva

---

[61] Marie-Luise Heuser-Kessler: *Die Produktivität der Natur. Schellings Natürphilosophie und das neue Paradigma der Selbstorganisation in den Naturwissenschaften*, Duncker und Humblot, Berlin 1986.

También H. O. Mutschler habla de una manifiesta afinidad entre el programa de Schelling y el de Prigogine (ver o.c., pp. 175 ss).

No comparte el punto de vista de estos autores B.-O. Küppers, que considera carente de fundamento la tendencia de ciertos estudiosos de la FN de Schelling a magnificar el significado de la misma para la ciencia contemporánea (ver *Natur als Organismus* ..., pp.114 ss.)

[62] O.c., pp.95 ss.

[63] I. Prigogine e I. Stengers: *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*, Alianza Universidad, Madrid, 1983, pp. 253 ss.

[64] Ibid., pp. 94 ss.

al hombre", dice Prigogine que la teoría de la evolución implica nuestra solidaridad con todas las formas de vida y con la totalidad del universo en expansión. La física de la autoorganización lleva al concepto de una naturaleza que merece respeto[65]; la concepción schellingiana del devenir como un proceso en el que la naturaleza se autoconfigura hasta volver sobre sí en la conciencia humana no podría conducir a otras conclusiones: la lealtad con todo aquello de que proceden la conciencia y la libertad es para el hombre un deber.

He hablado de vigencia de la FN de Schelling. Aunque siguen siendo válidas muchas de las críticas que se le han hecho, es preciso dejar constancia de la realidad de un renovado interés por esa filosofía en la actualidad. Las consecuencias que sobre el medio en que vivimos ha tenido la historia triunfal de la ciencia moderna en sus aplicaciones técnicas han provocado una situación en la que tal vez no resulte en absoluto disparatado reivindicar aquella visión romántica, alternativa, de la naturaleza. Introduciendo en la *Natürphilosophie* todas las correcciones que sean consideradas oportunas, la filosofía del presente tendría que atender a aquellas intuiciones decisivas de la misma que con el paso del tiempo han ganado una indiscutible actualidad. A la FN de Schelling le corresponde ser una referencia a tener en cuenta por quienes en el momento presente mantienen abierto el debate en torno a la posibilidad y sentido de una fundamentación naturalista de la ética ecológica. Por ello, además de por otras buenas razones, Schelling merece algo más que el interés de una curiosidad histórica.

[65] Ibid., pp.18, 279 ss.

CIENCIA, POESÍA, ROMANTICISMO

Nicole Dhombres
Independent Scholar

1. La poesía descriptiva como género literario

En 1770 y en el área cultural francesa, en lo que concierne a la poesía, sorprendentemente es el viejo Voltaire quien todavía marca la moda y guía su tendencia. A sus ojos, la poesía es un arte cuya justificación es dirigirse a las cuestiones prácticas, y tiene que describirlas en los términos apropiados. La Ciencia no sólo figura en la lista, sino que al mismo tiempo representa una tendencia especial en el arte de la poesía; la que el historiador de la literatura llama *poésie descriptive* (poesía descriptiva). Para comprender lo que esto quiere decir, se debe tener en cuenta dónde y cuándo nació. Viene aquí a colación el nombre de un científico y al mismo tiempo jesuita, Judler Josip Boscovic. En 1760 publicó un grueso volumen de más de 5000 versos en latín donde "describe" –el verbo es epónimo– teorías astronómicas. El poema está traducido con brillantez por Barruel.

La rima, la concisión y la elipsis –es decir la omisión de palabras consideradas no esenciales para la comprensión de la frase– podrían definir al género poético, implicando así un recurso frecuente al uso de la metáfora. En este caso a la personificación de los fenómenos físicos. Se hace obligatorio para el poeta, y de hecho para el científico, añadir algunas notas aclaratorias, inseparables del poema, para que ambas, poesía y física, sean los elementos constitutivos de la llamada poesía descriptiva.

Un rasgo característico de este género didáctico es el espacio dedicado a una ciencia particular, la astronomía, y a un genio particular, Isaac Newton. Docenas de escritores se hacen eco de los ditirámbicos elogios de Voltaire

hacia Newton reflejados en su *Elementos de la Filosofía de Newton* publicado en 1738. Charles Chenedollé nos da un ejemplo tardío, *Le Génie de l'Homme*, publicado en París en 1807:

> Il dit; et le Grand Tout nous révéla ses lois
> Il pesa les soleils, il marqua leurs emplois,
> Et son génie enfin résolut le problème
> Qu'offrait à nos calculs l'architecte suprême.
> L'erreur fut détrônée: et dans l'immensité
> Son compas porta l'ordre et la simplicité.[1]
>
> [Él dijo; y el Gran Todo sus leyes nos reveló
> Él pesó los soles y sus tareas marcó,
> Y su genio en fin resolvió el problema
> Que a nuestros cálculos ofrecía el Arquitecto Supremo.
> El error fue destronado: y en la inmensidad
> Su compás impuso el orden y la simplicidad]

(en el primer verso, "Él" es obviamente Newton)

Aproximadamente en 1800 no sólo Newton sino un gran número de científicos son homenajeados en poemas pertenecientes al género didáctico. Por ejemplo el abate Desrois publica en 1801 *La Géométrie en vers techniques* donde menciona los nombres de Monge, Bossut, Lacroix y la obra de Laplace dedicada a la mecánica celeste:

> Aidez-vous de Bossut, de Monge, et de Lacroix
> Et sans cesse étendant vos plaisirs et vos droits,
> Atteignez, s'il se peut, à ce sublime ouvrage
> Qui fait le désespoir des savants de notre âge.
> L'esprit s'aiguise encore de l'obstacle irrité:
> Par un adolescent Laplace est commenté.
>
> [Ayudaos con Bossut, Monge y Lacroix
> Extendiendo vuestros placeres y derechos sin cesar
> Alcanzad esa sublime obra, si posible fuera,
> Que desespera a los sabios de nuestra era.
> El espíritu se aguza más contra el obstáculo, irritado:
> Por un adolescente Laplace es comentado.]

Algunos poetas incluso prueban con el tono épico, haciéndose eco de las odas que el poeta griego Píndaro componía en honor de los atletas reunidos en Olimpia. Por ejemplo, la narración sin respiro de Gudin de la Brunellerie sobre el descubrimiento de Urano, como consecuencia de una observación de Herschel el 13 de marzo de 1781:

---

[1] La traducción al español de todos los versos del presente artículo ha sido realizada por Sergio Toledo Prats.

L'amour propre si vif, et si souvent déçu
Prétendait dans les cieux avoir tout aperçu;
Quand soudain on apprend du fond de l'Angleterre
Qu'il s'offre un nouvel astre aux regards de la terre;
Que par delà Saturne il brille dans la nuit
Qu'Herschel l'a découvert, qu'il l'observe et le suit.

[El amor propio tan vivo, y tan a menudo engañado
Pretendía en los cielos haberlo todo contemplado;
Cuando de repente aprendemos desde lo profundo de Inglaterra
Que un nuevo astro se brinda a las miradas de la Tierra;
Mas allá de Saturno en la noche está brillando
Y Herschel, su descubridor, lo persigue y lo va observando]

Al científico se le concedió el lugar de un atleta en el campo intelectual y sus hazañas eran celebradas por el poeta con sus armas especiales, los tropos.

Hacía 1800 los descubrimientos científicos que tienen mayor impacto en la opinión pública todavía están relacionados con el movimiento de los satélites alrededor de los planetas, lo que aquí llamo "la grande horlogerie du monde" (la gran relojería del universo). Para los escasos afortunados conocedores del idioma, los cielos ofrecían un espectáculo impresionante, con todo tipo de medidas y posibilidades de interpretación. Aquí tenemos a Fontanes –quien llegó a ser Grand Maître de la Universidad con Napoleón en 1808– describiendo las fases de la luna en un ensayo de astronomía publicado en 1789:

Quand la lune arrondie en cercles lumineux
Va, de son frère absent, nous réfléchir les feux
Il vous dira pourquoi, d'un crêpe enveloppée
Par l'ombre de la terre elle pâlit frappée…

[Cuando la luna, por halos luminosos rodeada,
Nos refleje los rayos de su hermano ausente del cielo
Él os dirá por qué, envuelta en un velo
Por la sombra de la Tierra empalidece afectada...]

Unos cincuenta años después del primer intento de Boscovic de crear una poesía descriptiva, y aunque en un contexto cultural totalmente diferente –la Ilustración ha terminado al igual que la Revolución Francesa– lo que resulta más asombroso es que este género literario no haya desaparecido. Por ejemplo, en el poema *L'astronomie* de Gudin de la Brenellerie publicado en 1810, se añaden unas ciento veinte páginas de notas a un poema de sólo setenta y cinco páginas de versos. El autor es meticulosamente sincero, ansioso de exactitud y precisión. Declara: "*El público ansía la verdad; uno no debe darles fábulas; las fábulas sólo son buenas para argumentos frívolos*". En lo que a él concierne, su meta es justificar la prueba de la estabilidad del sistema solar, tal y como fue elaborado por los matemáticos Laplace y

Lagrange. Los siguientes versos nos dan una idea del objetivo que todavía está en juego en este tipo de poesía, es decir, describir la naturaleza para mostrar su más profundo sentido de la armonía.

> La nature bornée, increéée ou créée
> Dans l'espace a son lieu, dans le temps sa durée...
> A d'immuables lois elle est assujettie...
> De ce grand édifice en traçant le dessin
> L'éternel architecte ordonna qu'il fût stable
> Et voulant en même temps qu'il fût inattaquable
>
> [La naturaleza limitada, increada o creada,
> En el espacio tiene su lugar, en el tiempo su duración,
> A leyes inmutables se encuentra encadenada...
> Al trazar el diseño de esa gran mansión
> El arquitecto eterno ordenó que fuera estable
> Queriendo al mismo tiempo que fuera inatacable]

A principios del siglo XIX, dos poetas, el abate Delille y Népomucène Lemerciere se encargan de describir lo que ellos llaman "une peinture du monde", una descripción del mundo. El abate Delille titula esta recopilación *Les trois règnes de la nature*[2]. Este estudio requiere una variedad de ciencias que van desde la biología a la óptica, desde las ciencias naturales a la química, ya no basta solamente la astronomía, como en el siglo XVIII. Así que Delille pide consejo a algunos miembros destacados del Instituto. Entre otros, el naturalista Cuvier, el matemático Laplace y el químico Darcet, aceptan corregir el texto y añadir notas. En la era de la Revolución Industrial otro tópico, la tecnología, se añade a la lista de las aclamadas invenciones científicas. Por supuesto que la máquina de vapor ocupa un lugar destacado:

> A peine la fumée, enfant léger du feu,
> Dans le tube d'airain où sa vapeur s'amasse
> Du piston qu'il refoule a soulevé la masse,
> Une eau froide, avec art introduite en son sein,
> Dans son canal brillant le refroidit soudain,
> Et par le froid magique, arrêtée en sa route,
> Une immense vapeur tombe réduite en goutte:
> Alors le lourd piston sent le fardeau de l'air
> Et retombe en glissant dans sa prison de fer.
>
> [Apenas el humo, hijo ligero del fuego,
> Dentro del tubo de bronce donde su vapor se ha concentrado
> La masa del pistón que comprime ha levantado
> Introducida con arte en su seno agua fría
> En su canal brillante súbitamente lo enfría
> Y mediante el mágico frío, en su ruta detenido,

[2] Los tres reinos de la naturaleza.

Cae un inmenso vapor a gotas reducido:
Entonces siente la carga del aire el pesado pistón
Y vuelve a caer deslizándose en su férrea prisión.]

2. Compongamos con las nuevas ideas versos antiguos[3]

A finales del siglo XVIII el gran poeta André Chénier puede ser, a primera vista, considerado como un miembro de la cohorte literaria de poetas didácticos. En cierto sentido Chénier está prosiguiendo la tradición de la Ilustración, aunque sólo sea por el hecho de atribuir el Progreso al destino humano. Pero va más allá. Para él, la ciencia nos da el modelo del proceso de civilización: procede por abstracción y acumulación, beneficiándose de una red de mentes asombrosas que se relevan a través de los tiempos. Las zancadas hacia adelante no son grandes, más bien pequeños pasos, pero al final, el avance hacia el progreso es innegable.

En un fragmento del poema de Chénier *Hermès*, que no pudo concluir porque fue decapitado en la guillotina durante el Terror, el poeta celebra este lento ritmo del progreso que garantiza su valor:

La science
Porte son austère compas.
La balance à la main, le doute suit ses pas;
L'expérience alors de siècles entourée,
S'avance lentement.

[La ciencia
Lleva su compás austero.
Balanza en mano la duda sigue su sendero;
Entonces la experiencia, de siglos rodeada,
lentamente avanza.]

En el tercer canto titulado *Ciencia e Invención,* Chénier aboga en favor de la ciencia como fuente de inspiración:

Souvent mon vol armé des ailes de Buffon
Franchit avec Lucrèce au flambeau de Newton
La ceinture d'azur sur le globe étendue.

[Con frecuencia mi vuelo, armado con las alas de Buffon,
Franquea con Lucrecio y la antorcha de Newton
El cinturón del firmamento sobre el globo extendido.]

[3] *Sur des pensers nouveaux faisons des vers antiques.*

Por supuesto que la belleza es inherente a la naturaleza del descubrimiento, pero la organización intelectual que sirve de preludio al descubrimiento no es en absoluto menos bella. Chénier lo demuestra en su *Hermès* cuando imagina a un ángel hablando con un hombre de épocas remotas. Aunque más parece que el ser celestial no está magnificando la belleza del mundo creado por Dios, sino la extraordinaria reconstrucción de ese mismo mundo por la mente humana.

> Un jour tout ce qu'ici ma voix vient te dire
> D'eux-mêmes, sans qu'un Dieu soit venu les instruire,
> Tes pareils le sauront. Tes pareils les humains
> Trouveront jusque là d'infaillibles chemins
>
> [Algún día todo lo que aquí con mi voz te acabo de decir,
> Por sí mismo, sin que Dios los haya venido a instruir,
> Tus semejantes lo sabrán. Los humanos, tus semejantes,
> Encontrarán infalibles caminos hacia adelante.]

¿Qué ve Chénier cuando vislumbra el futuro? Aventura. En su poema titulado *l'Invention* estas palabras salen como un *cri du coeur*[4] : "*Ce n'est qu'aux inventeurs que la vie est promise*"[5]. En lo que respecta a la poesía, Chénier anima a sus contemporáneos a dejarse de *clichés* clásicos, y pide a los poetas que utilicen las imágenes mucho más enriquecedoras de la ciencia, y más específicamente aquellas que la ciencia newtoniana podía proporcionar a mentes imaginativas y con talento.

De hecho, con la misma brutalidad con que la guillotina cortó la cabeza de Lavoisier el 8 de julio de 1794, esta *Weltanschauung* dejó de complacer a la *intelligentsia* en conjunto y también a la opinión pública a comienzos del siglo XIX. La poesía didáctica no desapareció –como pudimos ver antes con el abate Delille, Népomucène Lemercier y otros– pero si sobrevivió fue más o menos como una reliquia del pasado. Las causas de este cambio pueden encontrarse tanto en la literatura como en la política, en la religión como en las ciencias, en las ideologías y en los acontecimientos históricos. Este no es el lugar para analizarlas. Tres versos de Fontanes, el decano de la Universidad Imperial que ya hemos mencionado, ofrecen un impactante resumen de la situación, es decir del repentino declinar de la Ilustración:

> Hélas! Plus de bonheur eût suivi l'ignorance
> Le monde a payé cher la douteuse espérance
> D'un meilleur avenir.
>
> [¡Ay! Más dicha se hubiera seguido de la ignorancia
> El mundo ha pagado caro la dudosa esperanza
> De un mejor porvenir.]

4 Grito del corazón.

5 La promesa de la vida está reservada a los inventores.

En el campo de la poesía, la tesis romántica del momento con respecto a la ciencia –reaparece como un tópico– es que la ciencia no tiene nada que ver con la poesía, porque en sí misma no posee belleza.

3. La ciencia no tiene poesía

De hecho, tan pronto como a mediados del siglo XVIII, ya Denis Diderot solicitaba para la poesía algo gigantesco, bárbaro y salvaje, en una palabra, sublime. Así lo escribió en 1758 en su *Discours sur la poésie dramatique*. Un poema no debería tener nada que ver con el sensualismo filosófico ni con ninguna explicación científica de la Naturaleza; Diderot estaba, pues, rechazando lo que antes ha sido denominado poesía descriptiva.

Hacía 1800, esta idea, sintetizada en un contexto cultural completamente distinto, fue anunciada por un escritor muy diferente, el Vizconde de Chateaubriand. Su potente voz apareció una vez que hubo acabado la Revolución. Este hombre representa por sí mismo el romanticismo en Francia, que dominará las primeras décadas del siglo XIX.

Para Chateaubriand el acto creativo de un genio –incluso en poesía, que él no practicaba, en el sentido de que no escribía nunca versos– sólo dependía de las Musas, sin ayuda de la razón, sin referencia a la verdad lógica. En su *Génie du Christianisme* encontramos la siguiente aseveración en una pulida frase final: "*La gloire est née sans ailes; il faut qu'elle emprunte celles des Muses quand elle veut s'envoler aux cieux*"[6]. Aunque el genio es un regalo de Dios y de nadie más, porque el genio está directamente relacionado con la eternidad y la Belleza, Dios en este asunto se comporta con frugalidad; muy pocos son los escogidos y de ningún modo los científicos. En su *Mémoires d'Outre Tombe* encontramos la siguiente afirmación: "*Mille cerveaux auront beau se coaliser, ils ne composeront jamais l'oeuvre qui sort de la tête d'un Homère*"[7]. Otra aseveración en el *Génie du Christia - nisme* muestra la firmeza del autor en su opinión: "*Toute pénible que cette vérité puisse être pour les mathématiciens, il faut cependant le dire: la natu - re ne les a pas faits pour occuper le premier rang*"[8].

La explicación de esta antinomia entre ciencia y belleza se desarrolla en el segundo capítulo de *Génie du Christianisme "Il n'est rien de beau, de doux, de grand dans la vie que les choses mystérieuses*"[9]. Unas líneas más abajo añade: "*En passant aux rapports de l'esprit, nous trouvons que les*

---

[6] *La gloria nació sin alas, necesita tomar prestadas las de las Musas para volar al cielo*

[7] *Aunque se unieran mil cerebros, jamás compondrán la obra que sale de la cabeza de Homero.*

[8] *Por penosa que sea esta verdad para los matemáticos, sin embargo hay que decirlo: la naturaleza no los ha creado para ocupar el primer rango.*

[9] *En la vida sólo lo misterioso, es bello, suave y grandioso.*

plaisirs de la pensée sont aussi des secrets. Le secret est d'une nature si divine que les premiers hommes de l'Asie ne parlaient que par symboles..."[10]

Un genio por entonces tenía que aparecer como una mente atormentada y exaltada, un héroe romántico que dependía totalmente de la inspiración, y un profeta inspirado en lo desconocido y misterioso. La pregunta aquí es la siguiente: ¿Parecía este enfoque tan antagónico con el científico? Algunos de los científicos destacados de esta época, como Laplace, Hauy, Cuvier, Legendre, no lo creían así. Incluso reconocieron que el desarrollo de su trabajo estaba motivado por un sentimiento de belleza, porque la belleza era inherente a la naturaleza de la mente humana. Lo que ellos sentían lo dejó explícito un matemático como Karl Friedrich Gauss en 1795 al explicar el origen de su investigación sobre la teoría de los números: "*Occupé dans le temps d'une autre manière, je tombai par hasard sur une vérité importante de l'Arithmétique... **Comme elle me sembla très belle par elle-même** (je décidais) de découvrir les principes sur lesquels elle s'appuyait...*"[11]

El coetáneo de Chateaubriand, el matemático Lacroix, en su *Traité de calcul différentiel et integral* insiste en celebrar el genio y la gloria de los hombres de ciencia, especialmente de los matemáticos de su época. Nos relata una conversación que mantuvo con Laplace sobre este tema y la siguiente aseveración de Laplace: "*L'homme de génie arrive comme par instinct aux résultats; ce n'est qu'en réfléchissant sur la route que lui et d'autres ont suivie qu'il parvient à généraliser les Méthodes et à en découvrir la Métaphysique*"[12].

Algunos destacados poetas del romanticismo no compartían los argumentos de Chateaubriand sobre el genio y su incompatibilidad con la ciencia. Alphonse de Lamartine y Victor Hugo son dos buenos ejemplos. Ambos tienen en común una buena formación en ciencias, un nivel de conocimientos que obtuvieron en los años de la universidad, en una época en que la educación en ciencias había adquirido un nuevo estatus debido a las reformas iniciadas por la Revolución Francesa. Así Lamartine, en una oda perteneciente a su *Méditations Poétiques* celebra el poder de los científicos:

> Ta pensée a franchi l'espace
> Tes calculs précèdent les temps...
> Ta raison sans cesse croissante
> S'étendra sur l'immensité...

---

[10] *Con respecto a los asuntos del espíritu, encontramos que los placeres del pensamiento también son secretos. El secreto es de una naturaleza tan divina, que los primeros hombres de Asia, no hablaban sino por símbolos...*

[11] *Mientras estaba ocupado con otro asunto, me tropecé por casualidad con una importante verdad de la Aritmética....**Como me pareció muy bella por si misma** , (decidí) descubrir los principios en que se basaba...*

[12] El hombre de genio llega a los resultados como por instinto; solo al reflexionar sobre el camino seguido por él y otros llega a generalizar los Métodos y a descubrir la Metafísica.

[Ha atravesado el espacio tu pensamiento
Tus cálculos preceden a los tiempos
Tu razón que crece sin cesar
Abarcará la inmensidad...]

De repente cambia de opinión y escribe

O loi trop injuste et trop dure!
Pour triompher de la nature
Que nous a-t-il manqué ? Le temps.

[¡Oh ley demasiado injusta y dura!
¿Para triunfar sobre la Natura
Qué nos ha faltado? El tiempo.]

Era la sentencia de muerte de toda arrogancia. Ponía límite a todas las proclamas humanas de dominio de la naturaleza, y aquí el poeta estaba culpando a los científicos por ignorar estos límites. En un tono más optimista, Victor Hugo seguía también el mismo camino intelectual.

Astres, qui rayonnez dans l'ombre
Où roulent vos orbes errants ?
Qui sema vos sphères sans nombre
Sur tant de cercles différents?

[Astros que en la sombra alumbráis
¿Por dónde en vuestras errantes órbitas rodáis?
¿Quién sembró vuestras esferas innumerables
En tantos círculos desiguales?]

Estas eran las preguntas a las que se enfrentó en una oda titulada *Désir de Gloire* que escribió a los dieciséis años. El científico no era capaz de contestar a estas preguntas, de ahí que la admiración de Hugo hacia la ciencia fuera limitada. Se unía a otros poetas de la generación romántica al creer que la primera fuente de inspiración de un poeta era la imaginación. Y se culpaba a la ciencia de vaciar las fuentes de la imaginación. Como la segunda fuente de la inspiración residía en el corazón, la ciencia no quedaba mejor parada. "*La science désenchante la nature et assèche le coeur*"[13], era el reproche usual que se hacía a los científicos.

Así que, a pesar de su buena formación científica, de una forma bastante paradójica, los poetas franceses del Romanticismo fueron quienes clausuraron los himnos a la ciencia que había establecido la creación literaria de sus predecesores.

Traducido del inglés por Jackie Breen.
I.E.S. Tacoronte. "Oscar Domínguez"

[13] *La ciencia desencanta la naturaleza y seca el corazón.*

EL ROMANTICISMO COMO PROGRAMA CIENTÍFICO. LA PROTOASTROFÍSICA

Javier Ordóñez
Universidad Autónoma de Madrid

1. Introducción

Termina hoy una reunión de historiadores y filósofos que ha intentado explorar las relaciones existentes entre el Romanticismo y las ciencias que nacieron o crecieron durante las ultimas décadas del siglo XVIII y las primeras del XIX. Plantearse una cuestión de tal envergadura es una tentación recurrente y posiblemente insensata, pero confío en que ésta no sea la última vez que semejantes[1] reflexiones se propongan a la discusión entre especialistas. En tres días de congreso es mucho más lo que se deja de lado que lo que realmente se trata, pero eso es una pega inevitable de las reuniones que plantean problemas tan desmesurados y románticos y, como tal vez no podía ser de otra forma, la principal conclusión de esta asamblea podría resumirse en la aceptación del buen propósito de seguir pensando sobre el problema.

Creo que todos temeríamos estar de acuerdo con la aplicación de las palabras de Novalis cuando juzgó el valor del libro de Burke *Reflexiones*

[1] Parece que el interés por las relaciones entre ciencia y Romanticismo ha reverdecido desde la década de los noventa. Primero fue el libro *Romanticism and the sciences*, editado por Andrew Cunningham and Nicholas Jardine en Cambridge University Press, 1990. Posteriormente Poggi, S. & M. Bossi, *Romanticism in Science. Science in Europe, 1790-1840*, Dordrecht, Kluwer, 1994. En el mes de septiembre del 2002 comenzó a publicarse en cinco volúmenes una gran recopilación de textos del romanticismo, clasificados por disciplinas y editados por Tim Fulford bajo el título *Romanticism and Science Subcultures and Subversions* en la editorial Routledge.

sobre la revolución francesa[2], al decir que hubo muchos libros antirrevolucionarios escritos a favor de la revolución francesa, pero que Burke había escrito contra la revolución un libro revolucionario. Estas palabras pueden hacer pensar en la relevancia de nuestro esfuerzo. Efectivamente, en la historia de la ciencia reciente siempre ha latido un escepticismo profundo acerca de la existencia de una relación relevante entre la pujante ciencia de los comienzos del siglo XIX y el Romanticismo. Podríamos hacer notar que algo de ese escepticismo se ha revelado en el trasfondo de las conferencias que hemos escuchado a lo largo de estos tres días. Pero eso es algo con lo que los organizadores ya contábamos y que, a mi juicio, resulta muy positivo. Sería mucho más grave creer ciegamente en una transmisión mecánica del espíritu romántico más original, el del *Sturm und Drang* (que podríamos traducir como *tempestad y empuje*)[3], a las ciencias del último tercio del siglo XVIII. Más vale hacer vivir una pregunta, y vivir de ella, que creer simplemente en el valor de una respuesta, y olvidarla. Ningún romántico aceptaría sin más una relación demasiado profunda entre su conciencia y el progreso de una disciplina.

Un cierto romanticismo, cultivado en el periodo que habitualmente denominamos como Romanticismo, impulsó un conjunto de valores que después han quedado como parte de nuestra cultura y que suelen atribuirse a personas, grupos o movimientos especialmente desmelenados. La integridad, la sinceridad, la propensión a sacrificar la vida propia por alguna iluminación interior, el empeño en un ideal por el que sería válido sacrificarlo todo, vivir y también morir, serían los valores definitorios de ese Romanticismo. Además, se mostrarían completamente incompatibles, según un pensador como Isaiah Berlín[4], con el interés por el conocimiento, con el avance de la ciencia, con el ejercicio del poder político, y con la felicidad.

De una descripción tan sumaria de los valores del Romanticismo podemos extraer dos conclusiones. La primera, que no corresponde necesariamente al periodo que aquí se ha tomado en consideración. En cualquier época se pueden encontrar personas y colectivos que defendieron valores semejantes. Y segunda, que muchas de las personas del periodo tratado, y que deben relacionarse no sólo con la ciencia sino también con la cultura de la época señalada como *romántica*, se definen por intereses y valores diferentes a los enumerados por Berlin.

Se puede intentar definir el Romanticismo de una forma menos sumaria, más oblicua y en relación a cuestiones que actualmente preocupan a la hora

---

[2] Burke, Edmund, *Reflections on Revolution in France*, ed. Cruise O'Brien, Harmondsword, Penguin, 1970.

[3] Este rubro corresponde al título de un drama de Friedrich Maximilian Klinger (1752-1831). Posteriormente, sirvió para denominar toda una época de poesía alemana que ocupó una buena parte de la segunda mitad del siglo XVIII.

[4] Berlin Isaiah, *Las raíces del romanticismo* , Taurus, Madrid 2000, pp. 27-28

de valorar la ciencia y su significado como conocimiento y como cultura. En realidad, y como primer aspecto fundamental, conviene subrayar que ese movimiento intelectual tuvo una influencia determinante en la organización europea y americana. Produjo, por ejemplo, la emergencia de un *naciona - lismo* que todavía hoy determina la forma en que las colectividades se relacionan, las maneras en que las políticas se expresan y los desarrollos de sus conflictos. Sería muy extraño que la ciencia hubiera quedado incólume después de una conmoción semejante. Pero a mi juicio, para entender el significado de su inflencia en el conocimiento científico no es útil hacer un catálogo de valores materiales que lo caractericen. Resultaría más fructífero proponer preguntas o caracterizaciones acotadas que permitan entender la relación entre el Romanticismo y el conocimiento de la naturaleza. Así se podría afirmar que el rasgo común a la mayoría de los románticos que vivieron y produjeron en el periodo considerado es que estaban persuadidos de que el conocimiento de la naturaleza, y también el conocimiento *científico* del mundo, se podía alcanzar de forma plural, que se podía llegar a él por medio de una *transgresión* de las reglas metodológicas que se usaban habitualmente para construir la ciencia.

Considerar la actitud romántica hacia la ciencia, como se ha hecho tantas veces, de una forma completamente negativa, es siempre una tentación a evitar. Todo lo más se puede afirmar que los románticos repudiaron la ciencia que se presentaba como una forma coactiva, única y excluyente de conocer la naturaleza. Algunos defendieron que era posible llegar al conocimiento de la naturaleza de otra forma, más estética, más intuitiva, más subjetiva, más directa. Pero también se podría entender la relación entre ciencia y romanticismo de una manera diferente. La ciencia ortodoxa, la que se consideraba como tal en las Sociedades Científicas, era sólo una forma de hacer ciencia. Sin embargo había otras. La ciencia, el conocimiento de la naturaleza, no sólo debía reconocer los patrones metodológicos únicos que regían las ciencias ilustradas. Se trataba de reconocer, además, el valor de la desmesura en el conocimiento. Desde ese punto de vista no se negaría el valor a la ciencia "oficial" de las academias. Más bien se tomaría en consideración la posibilidad de acercamientos diferentes a aquellos, no tan rigurosos, pero igual de legítimos. Desde este último punto de vista, la polémica sobre la ciencia desatada en aquel momento cobra una actualidad muy singular, porque hoy asistimos a discusiones que nacen de desconfianzas bastante parecidas.

Si se acepta que el Romanticismo defendió una pluralidad semejante entonces se podría admitir que, al menos en este punto, se nutrió de tradiciones que surgieron en el siglo anterior, debates entre escuelas e instituciones que tuvieron lugar en el Barroco, preguntas sobre la organización del conocimiento y sobre su posible utilidad, en los papeles que tomaron los poderes políticos en su relación con la ciencia; cuestiones que aparecen contemporáneas en el momento de formación de la ciencia moderna. No sería tanto una opción construida para sustituir a la ciencia oficial, sino una

alternativa epistemológica que pretendería defender una pluralidad que siempre se había minusvalorado, precisamente desde esa ciencia oficial. De hecho, muchos de los científicos que trabajaron en problemas perfectamente ortodoxos, cultivaron también intereses en la desmesura. Es más, muchas veces, lo que hoy se considera ortodoxo fue el resultado de una trasgresión en su momento. Hoy lo consideramos ortodoxo porque se ha reconstruido en los términos de una ciencia normalizada.

Puestas así las cosas, parece poco sensato preguntarse si el Romanticismo pudo llegar a ser un programa científico alternativo a nada. Pero a pesar de las apariencias sí tiene algún sentido hacerse una pregunta semejante, y lo es por dos motivos. El primero, porque difícilmente podemos contar la historia de la ciencia como si fuera el desarrollo exclusivo de un programa científico, o de varios sucesivos en el tiempo y apenas solapados. Más bien tenemos que echar mano de ingredientes muy diversos para poder exponer el proceso de formación de las ciencias, que son tan diversas como sus metodologías. Y el segundo, porque solemos representarnos el Romanticismo como una conmoción estética, como una aventura personal ligada a la biografía de protagonistas singulares, como una aspiración a la totalidad, pero con frecuencia omitimos que esa aspiración también puede aplicarse a la representación de problemas relacionados con el conocimiento de la naturaleza. La palabra "romanticismo" nos remite especialmente a poesía, música, pintura y filosofía, fundamentalmente en dos contextos geográficos, Inglaterra y los Países Alemanes, que se cuidaban continuamente de lo que ocurría en el centro de su mundo, que parecía ser París. Pero también podemos transportarla a las ciencias.

Tenemos muchos motivos para hacerlo. Ahora desearía fijarme en el periodo que habitualmente se denomina como Romanticismo y que, como lo hicieron Stefano Poggi y Mauricio Bossi en su publicación *Romanticism in Science*[5], muchas veces se enmarca entre 1790 y 1840. La cronología parece fundamental en un movimiento que se transformó en una dialéctica donde, no ya los años, sino hasta los días eran considerados importantes. En esa tensión de tiempos, el Romanticismo coexistió con otros movimientos. No sólo porque la Ilustración se prolongó mucho hasta invadir en cierto modo el siglo XIX, sino además porque el Romanticismo se anticipó tan generosamente que hoy difícilmente podemos mantener que quede encasillado en unos límites tan precisos como los que defendía Poggi. Si lo hacemos así, si consideramos que existieron sabios que cultivaron ciencias bajo patrones singulares al menos desde mediados del siglo XVIII, si admitimos que esas ciencias prolongaron su desarrollo a lo largo del tiempo hasta convertirse en conocimientos muy bien organizados, y si somos capaces de interpretar ese origen de una ciencia como *origen en su contexto* y no en función del supuesto éxito posterior que alcanzó al cabo de muchas déca-

[5] Poggi, S. & M. Bossi, *op. cit.* nota 1

das, y a la vez concentramos nuestro interés en esos personajes que no supieron nunca la repercusión que sus propuestas tendrían siglos después, entonces tal vez comprendamos que un movimiento como el Romanticismo puede estudiarse como uno de los ingredientes cuya suma explicaría la construcción de las ciencias. Ese es, a mi juicio, el valor de lo que voy a presentar ahora en relación con el nacimiento de la protoastrofísica.

Para lograrlo es necesario admitir que coexistieron ortodoxias y heterodoxias que residían en nichos culturales diferentes, pero compatibles. Y si esto fue así, no parece razonable pensar que las ciencias surgieron exclusivamente por partenogénesis de la Ilustración. Es cierto que en ese periodo se pueden encontrar programas científicos como los que el señor Heilbron ha estudiado en sus trabajos sobre los fluidos imponderables y sus relaciones con la escuela laplaciana[6], que tuvieron una gran importancia para la ciencia del cambio de siglo. Y también parece razonable dudar de si los programas "alternativos", el de Goethe en lo que se refiere a la óptica y el de Schelling referente a una nueva filosofía natural, tuvieron una eficacia semejante a los del contexto laplaciano. Efectivamente, las obras publicadas por Schelling en 1797[7] y 1799[8] poseían una decidida intención programática y no sólo tuvieron influencia en filósofos naturales de su círculo sino que también dominaron durante algún tiempo buena parte de la filosofía hecha en las universidades alemanas. Pero no desarrollaron programas científicos con la eficacia organizativa de los mencionados anteriormente. Incluso puede decirse que en algunas ocasiones fueron acogidos con hostilidad por los científicos que integraban los programas desarrollados en torno a París. Todavía se puede recordar la recensión que realizó E. Malus del *Zur Farbenlehre* de Goethe, donde descartaba cualquier validez de la investigación en óptica realizada por el alemán, comparándola con la obtenida por Newton[9].

Pero al margen de estos programas tan definidos y polémicos, se desarrollaron otros que ni fueron tan ortodoxos como los estándares, ni tan ambiciosos y rupturistas como los propiciados por Schelling. Voy a concentrarme en un programa que haría bueno el dictum de Shelley: "*La razón respeta las diferencias y la imaginación las similitudes de las cosas*"[10]. Tal

---

[6] Heilbron, J. L., *Weighing imponderables and other quantitative science around 1800,* (Berkeley, University of California Press, 1993, especialmente los capítulos 1 y 3 donde se trata del "modelo standard" y de la "escuela laplaciana. (La publicación apareció como un suplemento de la revista *Historical studies in the physical and biological sciences*, 24:1). Para contextualizar la importancia de la escuela laplaciana, consultar también Fox, R., "The Rise and Fall of Laplacian Physics", *Hist. Stud Phys. Sci*., 4 (1974) pp. 86-136.

[7] Schelling, F. W. J., *Ideen zur einer Philosophie der Natur*, Breitkopf, Leipzig 1797.

[8] Schelling, F. W. J., *Erster Entwurf eines Systems der Natürphilosophie*, Gabler, Jena & Leipzig.

[9] Confrontar la cita del texto de Malus en: Sepper, D., *Goethe contra Newton. Polemics and the project for a new science of color*, C.U.P., Cambridge 1988, p. 3.

[10] Shelley, P. B., *A defense of poetry*; Imprint Boston, Ginn & Co., 1891, p. 57

programa se desarrolló de una forma singular en el ámbito de la imaginación, aunque siempre yuxtapuesto al paradigma que representaba el más elegante uso de la razón en el siglo XVIII, el de la mecánica celeste. Estaba constituido por toda la serie de reflexiones y especulaciones sobre las estrellas, sobre su naturaleza, sobre su orden y sobre su constitución como sistema que representaba la totalidad del universo. Unas reflexiones que arrancaron en las primeras décadas del siglo XVIII y fueron llevadas a cabo por personajes que pocas veces han sido calificados como románticos, pero que en todo caso nadie dudaría en denominar "bizarros", y que conformaban una comunidad heteróclita de astrónomos, predicadores, matemáticos, constructores de instrumentos, filósofos naturales y soñadores, que se dedicó a explorar los cielos de las estrellas para dar una versión de su totalidad.

Estos personajes, no obstante, tuvieron la prudencia de no mostrar sus investigaciones como una alternativa a nada, pero sí la audacia de no arredrarse ante la escasa base observacional disponible y el poco entusiasmo que suscitaban sus trabajos entre la comunidad científica más seria y acreditada. Fueron integrantes de una corriente que se constituyó lentamente a lo largo del siglo XVIII y que tuvo su eclosión en el cambio de siglo. Exactamente al mismo tiempo que la eclosión de sus trabajos y propuestas. Desde mi punto de vista toda esta comunidad representa de forma muy adecuada la eficacia de un programa romántico alternativo, y hasta cierto punto complementario, pero nunca sustitutivo, de la astronomía oficial, desarrollada en observatorios de los estados y universidades de la época.

2. La protoastrofísica

La galería de protagonistas de esta historia se puede iniciar con un filósofo natural, sucesor de Newton en la cátedra lucasiana de Cambridge, William Whiston, quien no tuvo las mismas preocupaciones matemáticas de su antecesor, ni tampoco su talento para plantearse grandes problemas de filosofía natural, pero que también sintió la necesidad de mezclar a Dios en asuntos cosmológicos. En sus *Astronomical Lectures*[11] Whiston consideraba que se debía interpretar el universo tal y como se ve y deducir la posición de Dios de dicha distribución irregular donde la posición de las estrellas es inestable. A partir de entonces, toda una generación de eclesiásticos ingleses se preocupó por entender la estructura del universo y, algunos de ellos, tuvieron una cierta relevancia en su época que contribuyó a crear un clima intelectual propicio para que arraigasen los estudios acerca de la estructura del universo estelar.

[11] Whiston, W., *Praelectiones astronomicae*, Cambridge 1707, traducidas al inglés bajo el título *Astronomical Lectures* y publicadas en Londres en 1715.

De modo especial se podría mencionar a William Derham (1657-1735), un oxoniense que llegó a tener una cierta influencia en la *Royal Society*, donde presentó muchos trabajos sobre meteorología y astronomía, aunque su verdadera preocupación fue la de establecer vínculos entre las emergentes filosofías naturales y la teología natural. A él se debe la denominación de "astroteología", ya que escribió una obra con ese nombre, *Astro-Theo - logy*[12], publicada en 1714. Tanto esta obra como la que llevaba como título *Physico-Theology*, editada el año anterior, tuvieron una amplísima difusión en la Europa continental. Ambas fueron traducidas al alemán y la segunda también al francés. Por las referencias a ellas que aparecieron durante la década de 1720 a 1730 en autores continentales cabe pensar que fueron leídas con gran interés por astrónomos aficionados interesados en la filosofía natural estelar.

Pero la obra más conocida e influyente de esta corriente se debe a Thomas Wrigth de Durham (1711-1786) quien siempre mostró una excepcional pasión no solo por la astronomía sino por la interpretación de la estructura de los cielos. A pesar de ello nunca ocupó un puesto en un observatorio, sino que llevó una vida errante visitando ciudades inglesas e impartiendo cursos acerca de astronomía, navegación y otras ciencias físicas. La obra tenía por título *Una teoría original o una nueva hipótesis sobre el universo*[13] y no se trataba ya de una simple conferencia, sino de un tratado que constituía un gran esfuerzo teórico para aunar la astronomía y la teología natural. La Vía Láctea ocupaba un lugar muy prominente en este trabajo, ya que Wrigth consideraba que era la piedra de toque de cualquier explicación acerca del universo, es decir, el hecho más singular y extraño que se nos ofrece inmediatamente a la vista. El conocimiento del universo interesaba a los ilustrados tanto como a nuestros contemporáneos, estimulaba su imaginación y les hacía pensar en la posibilidad de vida fuera de nuestro planeta, en la naturaleza de la Tierra, de los cometas, o del Sol tanto como en el origen de su luz. Cuestiones todas que aparentemente desbordaban sus posibilidades de tratarlas de forma rigurosa y científica y para las que buscaban explicaciones que al menos tuvieran un apoyo plausible en la mecánica y en la teoría de la gravitación. Posteriormente, datos tan alejados como el paso de un cometa y el terremoto de Lisboa de 1755, son usados para elaborar hipótesis acerca de cómo está constituido el centro de la Tierra y qué influencia puede tener sobre él el paso ocasional de un cuerpo celeste errante. La observación de la cola de un cometa por un lado, y el penacho de un volcán, por otro, les llevaba a pensar que ambos objetos tenían alguna similitud en su estructura.

---

[12] Derham, W., *Astro-Theology,* London 1715

[13] Wrigth de Durham, T., *An Original Theory or New Hipotesis of the Universe, founded upon the laws of nature, and solving by mathematical principles the general phenomena of the visible creation: and particulary the via lactea,* London 1750. Existe una edición facsimil publicada en 1971.

Los trabajos mencionados fueron muy leídos e influyentes en su época y ofrecen un barómetro del interés público por los problemas involucrados en la astronomía estelar. Pero para los propósitos de este congreso, resulta más interesante tratar la obra de autores posteriores que dieron un primer paso hacia lo que podría denominarse la *protoastrofísica*. En principio, el nombre *astrofísica* se acuñó en 1895, cuando Georg Ellery Hale y James Keelerse fundaron la revista *Astrophysical Journal*[14]. La astrofísica se había construido como ciencia con bastantes dificultades a lo largo del siglo XIX, muchas veces en medio de la indiferencia de los astrónomos profesionales y de la manifiesta hostilidad de filósofos positivistas que creían razonables las reservas expresadas por Comte acerca de la posibilidad de conocer la naturaleza de las estrellas[15]. Pero antes de todo este proceso de constitución de la astrofísica como disciplina, astrónomos aficionados, filósofos y matemáticos trabajaron en astronomía estelar con el interés genuino de ofrecer explicaciones, modelos e información acerca de cómo podía estar organizado el mundo de las estrellas. Como ejemplo de ello me detendré especialmente en los pensadores que pusieron su imaginación al servicio de la representación del universo: Lambert y los hermanos William y Carolina Herschel.

---

[14] Georg Ellery Hale fue el organizador del Observatorio de Mont Wilson, que sirvió de referencia a las observaciones astrofísicas de las primeras décadas del siglo XX.

[15] El lugar donde manifiesta de forma más patente estas reservas es en el *Cours de philo - sophie positive*, publicado entre 1830 y 1842, en la siguiente cita:

"La astronomía ha sido la única rama de la filosofía natural en la que la mente humana ha quedado libre de influencias teológicas y metafísicas, directas o indirectas; esto es lo que hace tan particularmente fácil alumbrar su carácter filosófico real. Pero para llegar a la verdadera idea de la naturaleza y composición de esta ciencia, es indispensable apartar las definiciones vagas que suelen darse de ella y establecer los límites del conocimiento positivo que se puede lograr de las estrellas.

De los tres sentidos que nos pueden revelar la existencia de los cuerpos distantes, la vista es el único aplicable a los cuerpos celestes. No podría haber astronomía para especies ciegas, independientemente de lo inteligentes que pudieran llegar a ser; y, para nosotros mismos, las estrellas invisibles, probablemente más numerosas que las visibles, están excluidas del estudio y solo podemos llegar a sospechar su existencia por inducción. Cualquier investigación que sea irreductible a una observación visual está necesariamente excluida, y no se puede aplicar a las estrellas, que son, de todas las entidades posibles, aquellas que conocemos bajo menos aspectos. Concebimos la posibilidad de conocer sus formas, sus distancias, sus magnitudes y sus movimientos, pero no podremos tener nunca los medios para conocer su composición química y su estructura mineralógica, y mucho menos la naturaleza de los seres orgánicos que viven en su superficie, etc. Brevemente y para poner la cuestión en términos científicos, el conocimiento positivo que podemos tener de las estrellas está limitado exclusivamente a sus fenómenos geométricos y mecánicos, y nunca puede ampliarse a investigaciones físicas, químicas, fisiológicas y sociales, tal y como puede llegarse en el caso de las entidades accesibles a todos nuestros diversos medios de observación". La he traducido de la edición publicada en París en 1924, vol 1, p. 2.

3. El caso de Lambert

Lambert fue un contemporáneo de Kant [16], quién era admirador suyo, que tuvo mejor fortuna que el prusiano en la difusión de sus ideas acerca de la constitución del cosmos. Pese a que compartieron tiempo de vida no tuvieron biografías parecidas ni intereses especulativos demasiado afines. Frente a la concentración del prusiano, Lambert fue un pensador realmente disperso interesado por problemas en campos muy diversos. En principio, fue un ardoroso defensor del autodidactismo como una forma legítima de formación, lo que no le impidió ejercer como tutor durante su juventud hasta que encontró trabajo como secretario y finalmente como académico. A lo largo de su vida trabajó en la solución de problemas teóricos en matemáticas y en física, así como en astronomía, en filosofía y en teodicea. También le preocuparon cuestiones tecnológicas relacionadas con la precisión que podían llegar a alcanzar los instrumentos astronómicos y no dudó en escribir sobre la organización de los observatorios astronómicos que eran instituciones científicas muy activas en la época. Consiguió que Federico de Prusia le nombrara miembro de la Academia de Ciencias de Berlín en el año 1765, con derecho a presentar trabajos en las cuatro clases de la institución, y residió en esa ciudad hasta su muerte. Lambert fue, sin duda, uno de los personajes más bizarros de su época, pero su rareza no le impidió mantener una correspondencia constante con muchos matemáticos como Bernoulli y Euler, visitar a astrónomos prominentes como Tobias Mayer y gozar de una cierta amistad con Kant.

Como matemático ganó crédito con la prueba formal de la irracionalidad de los números π y *e*. Trabajó en temas relacionados con la trigonometría y la goniometría alcanzando renombre al proponer una forma de elaborar mapas por medio de una proyección que conservara ángulos y áreas y que hoy día es reconocida como proyección lambertiana. Como físico abrió camino en la fotometría con su obra *Fotometría o acerca de la medida de los grados de luz, de los colores y de las sombras*[17], donde describía experimentos para medir la difusión de la luz y adelantaba las leyes que rigen el decrecimiento de su intensidad cuando pasa a través de un medio absorbente de transparencia uniforme, como es el caso de la luz atravesando el cristal de una lente.

Lambert tuvo sin duda una vida complicada. Su autodidactismo militante y su generosidad intelectual han sido muy útiles para satisfacer la necesidad de filósofos contemporáneos que han querido ver en él un precedente de

[16] Kant es un autor muy citado en relación con la astronomía estelar, ya que escribió un tratado titulado *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (*Historia natural y teoría de los cielos*), cuya teórica fecha de publicación fue el 1755.

[17] Lambert, J. H. *Photometria sive de mensura de gradibus luminis, colorum et umbre* Augsburg 1760.

las tendencias dominantes en la filosofía de la ciencia de la primera mitad del siglo XX y que han relacionado sus trabajos en matemáticas con escritos metodológicos y filosóficos como el *Neues Organon*[18] y el *Anlage zur Architectonic*[19]. Esta opción es perfectamente legítima y convierte a Lambert poco menos que en uno de los precedentes de la filosofía de la ciencia formalista de nuestros días. Pero además de esto, y fundamentalmente para esta historia, resulta pertinente señalar que Lambert dedicó una parte sustancial de sus esfuerzos intelectuales a meditar sobre problemas cosmológicos. Independientemente de Wright y de Kant, sabemos que comenzó a indagar sobre el universo en 1749 partiendo, como sus contemporáneos, de la singularidad que ofrece la Vía Láctea. Lambert dio indicaciones en muchas de sus obras de la importancia que concedía al estudio de las estrellas y de la luz que llega a la Tierra procedente de aquellas. En 1761 publicó un libro exclusivamente dedicado al estudio del cosmos, de título *Cartas cosmológicas sobre la composición del edificio del mundo*[20]. Esta obra estaba escrita en alemán –lo que indicaba que el posible lector no pertenecía necesariamente al medio académico–, fue impresa en letra gótica con una gran cantidad de erratas y estaba redactada de forma bastante confusa. Se trataba de un conjunto de cartas escritas por un personaje de ficción, tal vez el propio Lambert se consideraba a sí mismo un ser de ficción, dirigidas a un corresponsal igualmente imaginario, y escritas con un estilo a medio camino entre la inspiración pitagórica y el hermetismo filosófico. No obstante, o tal vez debido a ello, su publicación causó un cierto revuelo. En aquel tiempo interesaban las obras especulativas sobre el cielo y probablemente se consideraba que la de Lambert entraba de lleno en el género. En 1770 apareció un resumen en francés, en 1797 se tradujo al ruso y en 1800 al inglés. La obra fue resumida en muchas revistas de la época de forma que sus ideas fueron bien conocidas en el último tercio del siglo XVIII. Lo que no se sabe a ciencia cierta es si el interés del público que leyó las *Cartas* estaba basado en que las consideraba una obra de ciencia o simplemente una gran e ingeniosa fábula acerca de la constitución del universo. Se sabe que Lambert envió ejemplares de las *Cartas* a colegas y amigos, pero pocas veces las respuestas que recibió indicaban que el corresponsal había entrado a analizarlas en profundidad. Hoy se dispone de una excelente edición en inglés, realizada por Stanley L. Jaki[21] en 1976, que se utiliza para las citas que menciono más adelante.

---

[18] Lambert, J. *Neues Organon oder Gedanken über die Erforschung und Bezeichnung des Wahren und Unterscheidung von Irrtum und Schein,* Leipzig 1764, que tiene una nueva edición en 1991.

[19] Lambert, J. *Anlage zur Architectonic, oder Theorie des Eifachen und der Resten in der philosophischen und mathematischen Erkenntnis,* Riga 1771.

[20] Lambert, J. H. *Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues,* Augsburg 1761.

[21] Lambert, J. H. *Cosmological letters on the arrangement of the world-edifice.* Traducción, introducción y notas de S. Jaki, Edimburgo y Nueva York 1976.

Pues bien, si se supera el hermetismo y la oscuridad de la redacción, el lector actual interesado por la historia de las concepciones del universo puede encontrar en la lectura de las *Cartas* un gran provecho, ya que ofrecen todos los ingredientes de las especulaciones cosmológicas de la época. Formalmente, el libro consta de un prefacio y veinte cartas. En el prefacio Lambert da cuenta de sus preocupaciones acerca de cómo se podría explicar el cosmos como una totalidad, inquietudes realmente antiguas de las que ya hacía mención en la *Optometría* y que podrían resumirse en las siguientes tesis que determinan toda la obra:

1. Toda parte del espacio cósmico debe ser capaz de mantener la vida.
2. Cada estrella debe poseer un conjunto de cometas y planetas.
3. El cosmos como totalidad debe ser un sistema estable.

Frente a las ideas kantianas que conciben el cosmos como un sistema evolutivo, Lambert preconiza un sistema estable[22]. Es notable que ya en fecha tan temprana, a principios de la segunda mitad del siglo XVIII, aparezcan dos sistemas contrapuestos sobre cómo debe estar ordenado el cosmos, uno evolucionista y otro uniformista. En este caso, Lambert defiende un cosmos estable por razones estrictamente teleológicas que establecen como finalidad del sistema poder contener vida bajo una perspectiva que recuerda a la que Fontenelle expuso en su obra sobre la pluralidad de los mundos[23].

Junto a las anteriores tesis, que estaban formuladas por Lambert como proposiciones "a priori", se aducen observaciones, tanto de los integrantes del sistema solar, como de las estrellas situadas en la Vía Láctea. Así, el autor de las *Cartas*, llama la atención sobre unos pocos hechos a los que otorga una gran importancia, como pueden ser la observación de unas pocas nebulosas o la distribución irregular de las estrellas en la Vía Láctea. Por otra parte, estudia con gran precisión las características del sistema solar y las aplica de forma analógica al resto del universo en un proceso donde la imaginación juega un papel fundamental. Fue su capacidad para la formulación de hipótesis y conjeturas lo que curiosamente encandiló a sus contemporáneos. Cosa a la que no puede ponerse ninguna objeción porque, en definitiva, estaba pagando un tributo a la imaginación netamente prerromántica.

Lambert abre sus reflexiones hablando sobre la función que podrían tener los cometas en el sistema solar. Afirma que en principio no hay ninguna diferencia de naturaleza entre cometas y planetas. Sus primeras cartas están dedicadas a refutar las hipótesis catastrofistas de quienes veían en los

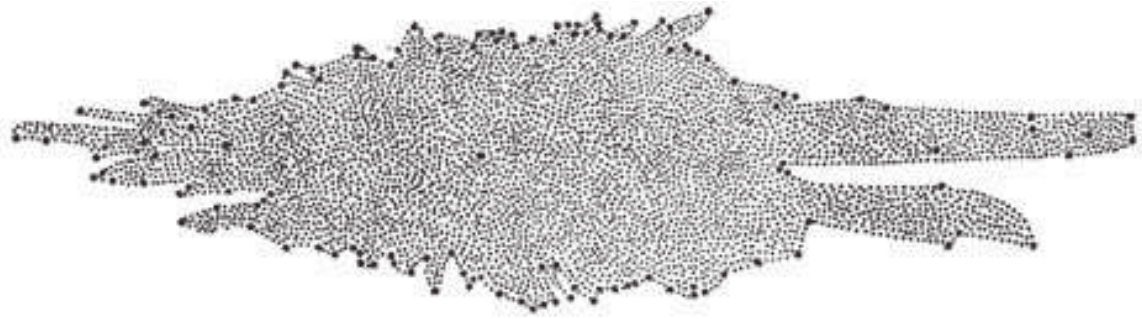
[22] Inmanuel Kant se sintió estimulado por las ideas de Wright como para escribir un libro sobre la cosmología estelar el título *Allgemaine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* cuya teórica fecha de publicación fue el 1755. Teórica porque realmente no se distribuyó el libro debido a la quiebra que sufrió el impresor.

[23] Bernard le Bovier de Fontenelle, *Entretiens sur la pluralité des mondes*, Paris, 1686

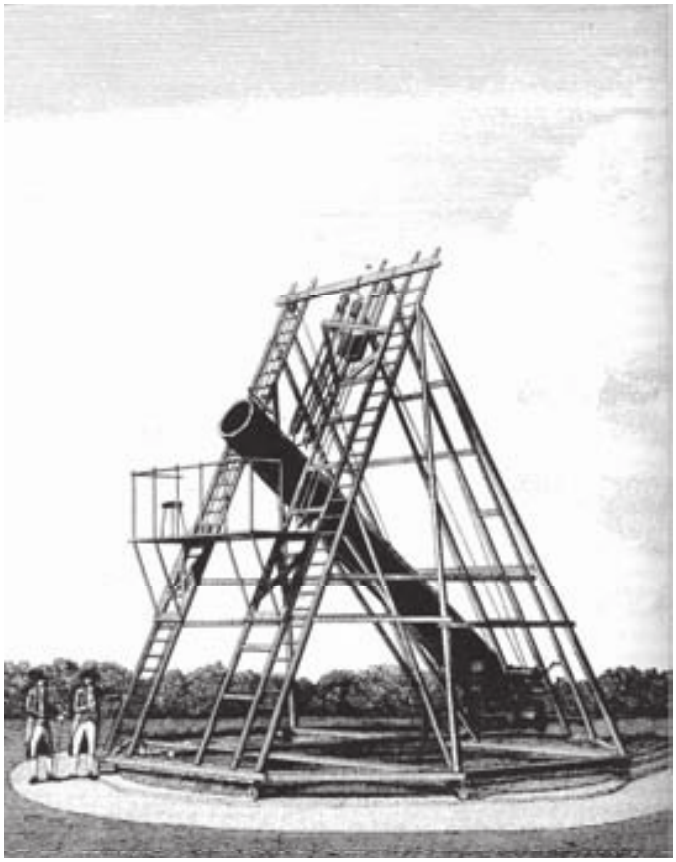
Retrato de William Herschel.

Retrato de J. H. Lambert.

Charles Messier.



Representación de la Vía Láctea.



Uno de los telescopios construídos por los hermanos Herschel.

cometas un peligro para la supervivencia de la especie humana. Según él, los cometas son cuerpos celestes que no suponen ninguna amenaza y describen sus órbitas con la misma tranquilidad que los planetas. Si son capturados por éstos para formar parte de sus cohortes de satélites, lo hacen sin poner en entredicho la vida que podría contener alguno de ellos. Así pues, los cometas serían los elementos que pueden establecer la comunicación entre las diferentes partes del universo, ya que Lambert considera razonable establecer una analogía entre lo que ocurre en el sistema solar y lo que puede suceder en otras partes del universo. La herramienta fundamental de Lambert para construir el sistema del mundo es la analogía entre lo que conocemos y lo que podemos conjeturar por extrapolación. De esta forma, propone la siguiente gradación:

> Permítasenos por medio de una analogía, aplicar al espacio que comprende la totalidad del universo, lo que conocemos del espacio ocupado por el mundo solar, e intentar pasar gradualmente, de sistema a sistema hasta llegar al sistema universal.[24]

La sugerencia de Lambert consiste en establecer un primer sistema que pueda estudiarse con una ciencia bien conocida, la mecánica celeste, sobre el que basar toda la cadena de analogías. El más simple está constituido por un planeta, como la Tierra, Júpiter o Saturno. El Sol forma el siguiente nivel con toda su cohorte de planetas y cometas, y todavía puede ser explicado por medio de la misma mecánica, aunque ya con más dificultad. De ahí, pasa a las estrellas fijas, que deben tener una estructura similar a la del sistema solar, y en consecuencia, el universo debe estar formado por la totalidad de esas estrellas fijas. Ahora bien, ¿no se da con demasiada rapidez el salto entre el sistema solar y el sistema de las estrellas fijas? La naturaleza procede demasiado lentamente como para que se pueda dar un salto tan grande. Por ello Lambert recomienda prudencia en los saltos:

> Es natural, y de acuerdo con el orden de las cosas, que número, espacio y tiempo, se incrementen proporcionalmente, conforme se expande el sistema. La Tierra sólo tiene un satélite, Júpiter tiene cuatro, Saturno cinco, proporcionalmente a sus distancias al Sol y a sus masas… El Sol reina sobre millones de globos. Pero con respecto al sistema de Soles, millones solo es una fracción. Déjesenos proseguir nuestra búsqueda por medio de este principio de analogía y seguir los pasos de la naturaleza.[25]

A partir de esta precaución dirige su atención a la Vía Láctea, lugar donde se concentra una gran cantidad de estrellas fijas. Destaca que aparecen en ella sectores separados del espacio, lo que le sugiere la existencia de varios

[24] Lambert, 1976, 110.
[25] Lambert, 1976, 123.

centros de influencia donde pueden residir sistemas mucho más complejos de lo que se supone, pero a la vez ser parte de uno de los muchos sistemas que pueden existir en el universo:

> Entonces la Vía Láctea está parcelada en varios sistemas, cada uno con su centro de revolución, y tomada la totalidad de esta vía en su conjunto puede ser simplemente todavía una pequeña parte de otro gran sistema en el que está incluido, con una infinidad de otros muchos del mismo tipo.[26]

Esta sospecha de Lambert le lleva a aplicar sus trabajos sobre fotometría a la interpretación, que no análisis, de la luz estelar. Es decir, intenta entender el significado de las diferentes magnitudes de las estrellas en términos de distancias; su gran concentración en el plano de la Vía Láctea le lleva a pensar en un sistema más o menos coplanario, al modo como el sistema solar lo es. Un observador externo podría pensar de ese sistema de estrellas lo mismo que nosotros opinamos de nuestro sistema planetario.

Este proceso de analogías llevó a Lambert a creer que las leyes de la mecánica celeste se pueden aplicar a todo el universo, pero que este universo está formado por sistemas parecidos al de la Vía Láctea, sistemas aislados como lo eran los universos-isla ya tratados en la cosmología de Kant. Así, Lambert resume su pensamiento en los siguientes términos:

> La ley de gravitación se extiende universalmente y sobre toda la materia. Las estrellas fijas se mueven en órbitas obedeciendo las fuerzas centrales. La Vía Láctea comprende varios sistemas de estrellas fijas. El que aparece para nosotros como nuestra Vía Láctea es nuestro sistema. La suma de esas estrellas giran todas juntas en torno a un centro común. Todos los sistemas en su totalidad giran en torno de algún centro… Las órbitas reales de los cometas, planetas y soles no son elipses sino cicloides. [27]

A modo de resumen, el sistema que presenta Lambert en las *Cosmologische Briefe* es un conjunto de grandes conjeturas basadas en supuestos analógicos y teleológicos, el universo debe estar bien construido, no debe autodestruirse, debe poder contener vida, y un conjunto de hipótesis de carácter mecánico y astronómico:

a. Debe estar compuesto de sistemas sencillos, como el sistema planetario, que formen los elementos con los que se construya la totalidad.
b. Debe operar un copernicanismo generalizado, de forma que las estrellas con sus planetas y cometas puedan moverse como pequeños sistemas en torno de superestrellas.
c. Todos estos sistemas deben estar unidos entre sí como si fueran parte de un mecanismo.

[26] Lambert, 1976, 132.
[27] Lambert, 1976, 163.

d. Debe ser posible imaginar una ley generalizada que pueda extender a todo el universo y que garantice el movimiento de ese mecanismo.

Lambert fue consciente de lo aventurado de sus conjeturas y, así, al final de la vigésima carta propone sus tesis en forma de preguntas para ser sometidas a la consideración del alto tribunal de los sabios. Se reproducen íntegramente las quince preguntas porque proporcionan una excelente descripción del primer sistema estático imaginado del universo. Las preguntas que propone Lambert son las siguientes:

1. Las estrellas fijas, ¿están movidas por fuerzas centrales?
2. ¿Se extiende la ley de gravitación de Newton por la totalidad del mundo, convirtiéndolo en una totalidad interconectada?
3. ¿Se podría dividir la Vía Láctea en sistemas individuales de estrellas fijas, o las estrellas fijas fuera de la Vía Láctea constituyen un sistema semejante?
4. ¿Tiene el Sol una órbita propia?
5. ¿Existen pequeñas desviaciones en las órbitas anuales de la Tierra y de los planetas, y los desplazamientos de las líneas nodales y de los afelios surgen a causa de ellas?
6. ¿Son elipses las verdaderas órbitas de los planetas y de los cometas?
7. ¿Se pueden retener las elipses?
8. ¿Existe un cuerpo en el centro de las estrellas fijas que conserva el orden de la misma forma que el Sol lo hace con los planetas y los cometas?
9. ¿Podría ser un cuerpo semejante grande y brillante?
10. ¿Se puede descubrir el cuerpo que está en el centro de nuestro sistema de estrellas fijas?
11. ¿Tendría fases?
12. ¿No muestra la débil luz de Orión unos cambios semejantes y pueden considerarse propios de un cuerpo semejante?
13. Si los sistemas de estrellas fijas tienen como regentes unos cuerpos semejantes, ¿no podrían constituir todos juntos un sistema mayor en cuyo centro hay de nuevo un regente que extiende su esfera de influencia sobre ese sistema máximo?
14. ¿No tendría ese regente de la Vía Láctea un tamaño todavía más considerable?
15. ¿Es ese regente el último que no puede superarse? [28]

El universo es así descrito como un sistema de sistemas, uno de los cuales, y sólo uno, es aquel que llamamos Vía Láctea. Lambert no proporcionó así una teoría acerca del universo, pero sí una imagen del mismo suficientemente seductora como para tener partidarios, expresada en un lenguaje que

[28] Lambert, 1976, 186-88

tenía las mismas propiedades retóricas que había utilizado Kant en su teoría del cielo, es decir compuesto de términos mecánicos y físicos extrapolados a contextos diferentes a aquellos en los que mostraron su capacidad explicativa y rigurosa. Pero en el caso de Lambert nadie le reprochó haber ido más allá de los límites legítimos de la aplicación de un lenguaje riguroso y científico y sus palabras más bien fueron interpretadas como una premonición prerromántica.

4. Los Herschel

Lambert exploró las posibilidades de los sistemas de estrellas que él imaginaba. En otra dirección, otros intentaron clasificar objetos estelares raros o que no podían clasificarse con las herramientas de la astronomía oficial. Este es el caso de Messier, un astrónomo aficionado con muy poca o nula formación matemática pupilo de Joseph Nicolas Delisle (1688-1768), de quien heredó el instrumental y a través del cual ingresó en la Academia. Messier fue verdaderamente un astrónomo observacional dotado de gran curiosidad por los objetos extraños del sistema solar, es decir por los cometas, y por las no menos raras y desconcertantes nebulosas, algo así como un auténtico teratólogo estelar. Aunque, sin duda, también dedicó esfuerzos a observaciones más convencionales. Junto con Jean Baptiste Joseph Delambre (1749-1822) fueron los franceses que prestaron mayor atención al tránsito de Mercurio por delante del Sol. Aprovechó su pertenencia a la Academia para publicar sus catálogos. Así en las *Mémoires de mathématiques et physique de l'Académie des sciences* de 1771[29], publicadas con tres años de demora, se publicó una contribución suya bajo el título "*Catalogue des nebuleuses et des amas d'étoiles, que l'on découvre parmi les étoiles fixes*" donde ofrece una relación de cuarenta y cinco de estos extraños cuerpos celestes. Conviene fijarse que ya habla de "montón de estrellas" para referirse a alguno de estos cuerpos. Posteriormente, en 1780, Messier añadió al catálogo de 1771 otros veintitrés nuevos cuerpos celestes de este carácter. Finalmente, en 1784 publicó su catálogo definitivo con ciento tres nebulosas[30]. De todos los astrónomos franceses Messier fue el que tuvo un interés manifiesto por la naturaleza de los cuerpos celestes. Su catálogo de nebulosas estimuló la investigación de muchos otros cosmólogos, entre los que cabe destacar especialmente a los hermanos Herschel.

Efectivamente, los continuadores naturales de esta historia de la investigación en las profundidades celestes fueron los hermanos Herschel, William y Carolina. Su caso nos enfrenta con un problema generalmente obviado, el

[29] *Mémoires de mathématiques et physique de l'Académie des sciences,* 1774, 435-461.

[30] *Connaissance des temps*, Paris 1784, 227-269.

de la relación entre el movimiento romántico y la tecnología que se produjo durante este periodo. Los hermanos Herschel son un ejemplo bastante elocuente del interés que suscitaba la industria entre los filósofos naturales. Así, se sabe que lograron disponer de una razonable colección de libros sobre astronomía y trigonometría, que las obras de Lambert y de Messier no faltaron en sus estanterías y que uno de los libros fundamentales de su biblioteca era un tratado de óptica escrito por Robert Smith[31] aunque probablemente no fue la única fuente de información de la que se sirvieron , ya trabajando juntos, en la construcción de sus instrumentos. Los Herschel adquirieron una gran destreza en el pulido de espejos cada vez mayores para sus telescopios de reflexión y supieron muy pronto que la penetración en el espacio celeste depende del tamaño del espejo que funciona como objetivo, de modo que ensayaron el pulido de espejos de un tamaño que nunca se había conocido hasta entonces. Se acreditaron tanto que llegaron a ser considerados los mejores constructores de telescopios de reflexión de su época. Sería complicado discernir cuál de las dos pasiones arraigó más profundamente en William Herschel, si la observación astronómica, o la construcción de instrumentos. En todo caso sí se puede asegurar que existía una relación muy estrecha entre el tipo de observación astronómica que realizó, especialmente dedicada a la observación del "espacio profundo", y la clase de telescopios que construyó, unos grandes reflectores.

Así, la pregunta más elemental e inmediata que surge después de conocer el interés de los hermanos por construir instrumentos más poderosos es para qué los necesitaban y, sobre todo, para qué los usaron. Es muy frecuente encontrar en las historias de este periodo una respuesta bastante razonable a esta cuestión. Los hermanos Herschel construyeron excelentes instrumentos, los usaron para probar su potencia, perfección técnica y su claridad para la observación, y finalmente, como un corolario inevitable, se aficionaron a inspeccionar los cielos. Es decir, Las observaciones fueron el resultado de su actividad como constructores de instrumentos. Sin embargo, el estudio de la obra científica publicada de William Herschel, de la información que proporciona su hermana Carolina y de los testimonios de los familiares, colegas y amigos, no permite extraer una conclusión tan sencilla. Mucho menos si se juzga el contexto en el que se produjo una obra que fue considerada en su época como una "obra de locos". En realidad, ya el propio Herschel advierte que usa sus telescopios como si fueran instrumentos filosóficos para explorar la naturaleza de los cuerpos estelares que se abren a su vista y que tiene un decidido interés por la especulación.

William Herschel trabaja como si fuera un nuevo filósofo natural de los cuerpos siderales. Ahora bien, mientras que los filósofos del barroco se movieron en unas coordenadas teóricas de referencia copernicanas, los

[31] Se trataba de un tratado de óptica aplicada titulado *Complet System of Opticks*, publicado en 1738 en Londres.

Herschel son exploradores en un espacio sin demasiadas referencias. Se comportan como historiadores naturales de los espacios siderales, observan, pero también clasifican, sabiendo que es un primer paso necesario para poder establecer las leyes que permitan comprender la naturaleza de lo que se les ofrece a la vista. A nebulosas que parecen resolverse en grupos de estrellas hay que añadir nebulosas que perecen estar en un estado fluido. A este respecto considero muy aguda la opinión de Shaffer que presenta las investigaciones de Herschel como un caso de historia natural[32]. En este caso, estamos ante dos tipologías naturales celestes completamente diferentes o bien ante dos estados *evolutivos* diferentes. Si es así, ¿cuál es el más antiguo y cómo se llega a generar el segundo?[33]. Este tipo de preguntas se las plantearon cuando estudiaban las estrellas dobles y no parecen en absoluto propias de unos meros artesanos que desean probar sus telescopios.

Lo que sigue ofrece un recuento de sus investigaciones estelares. Pero, ante todo, debe decirse que trabajaron en todas las direcciones de la investigación y que llama extraordinariamente la atención que sus observaciones astronómicas estaban planteadas de una forma completamente sistemática. Ya en 1779 habían dado una "primera revisión" a los cielos. Eso quería decir que habían observado "toda" la esfera celeste accesible. Para ello la habían dividido en sectores que eran escrutados cuidadosamente cada noche clara en la que se podía conseguir una buena observación. Eso significaba localizar estrellas de hasta la cuarta magnitud, situarlas, y comparar su posición con los mejores mapas estelares de Flamsteed, Bradley y Mayer. A partir de 1779 la observación del cielo se repitió una y otra vez con el primer reflector de siete pies construido por ellos mismos. Como se comprenderá, William Herschel no había iniciado una revisión del universo estelar movido por una mera curiosidad de coleccionista de estrellas. Al plantear un trabajo tan arduo, que ocupaba todas las noches susceptibles de realizar observaciones a ambos hermanos, tenía la intención puesta en la solución de un problema que ocupaba a los astrónomos profesionales desde hacía un siglo: se trataba de detectar la paralaje de las estrellas. Nunca los fracasos en resolver un problema astronómico han sido tan fecundos para abrir mundos nuevos. Bradley y otros astrónomos anteriores y posteriores ya se habían planteado medio siglo antes que los Herschel detectar esa paralaje sin conseguirlo. Tampoco ellos fueron capaces de detectarla en toda su dilatada vida de observadores pero, sin embargo, lograron tal cantidad de observaciones innovadoras que el problema que motivó la búsqueda quedó en un segundo plano en el cómputo de resultados, aunque no en la intención de los Herschel, que siguieron tozudamente en el empeño toda su vida.

---

[32] Shaffer, S. "Herschel in Bedlam: Natural History and Stellar Astronomy" *BJHS*, 15, 45, 1990 pp. 211-239.

[33] A este respecto ver Hoskin, M., *Stellar Astronomy*, Cambridge, Science History Pub. 1982, pp-125-136 .

En todo caso, el descubrimiento de Urano en 1781, cuya fecha habitualmente se menciona con la precisión de un nacimiento, proporcionó a los Herschel prestigio, fama y una posición desde la que seguir sus investigaciones. William fue nombrado miembro de la *Royal Society* el mismo año 1781 y además se le concedió la *Copley Medal*, el mayor galardón de aquella sociedad científica. Sus telescopios se acreditaron hasta el extremo de ser consultado permanentemente desde entonces para evaluar las innovaciones en este terreno. Llegó a tener una cierta relación personal con el rey Jorge III, a quien proporcionó alegría en un reinado que había quedado obscurecido por la Guerra de Independencia que llevó a la pérdida las Colonias Americanas, y gracias a su descubrimiento, los Herschel lograron obtener subvenciones reales, William como astrónomo de la Corona y Carolina como su ayudante. Esto permitió que se liberaran de otras obligaciones y que William abandonara definitivamente la carrera de músico. Entonces, buscaron un lugar adecuado donde instalar su taller para la construcción de telescopios y su observatorio. Después de probar en varios lugares, finalmente, en 1786, eligieron un sitio cerca de Windsor llamado Slough, que llegó a convertirse en uno de los lugares de referencia de la astronomía de su época[34]. Pero todo esto no bastó para que los astrónomos de su época dejaran de considerar a William Herschel como un loco, un excéntrico y una persona afectada por el gusto hacia pensamientos alejados del buen sentido de lo concreto y desmesuradamente orientados hacia totalidades vertiginosas e ilusorias.

Continuando con su trabajo, las sucesivas revisiones de los cielos proporcionaron a los Herschel la posibilidad de elaborar un catálogo de doscientas sesenta y nueve estrellas dobles, de las que 227 habían sido descubiertas por ellos mismos y que presentaron a la *Royal Society* en 1782. En 1784 dieron otra lista de 434 estrellas binarias, y finalmente, en una comunicación de 1821, aportaron los datos de 145 sistemas más. El cuidado en la localización de estos sistemas de estrellas estuvo motivado, una vez más, por el interés en poder medir la paralaje estelar. Tampoco lo lograron en este caso, pero las observaciones posteriores, realizadas durante treinta años por el "equipo Herschel", que volvió a revisar las posiciones de las estrellas dobles ya conocidas y de las nuevas hasta un número total de ochocientas cuarenta y ocho a lo largo de su actividad, dio como resultado poder mostrar efectivamente, y no como mera conjetura a lo Lambert o Kant, que esos sistemas lejanos se mueven realmente girando en torno a un centro de gravedad. En comunicaciones a la *Royal Society* hechas en 1802 y 1803, advertían que muchas de las estrellas dobles habían cambiado de configuración, como si se produjera un giro de una de ellas con respecto a la otra. En 1803 y 1804, dieron la posición, primero, de seis pares, y luego, de cin-

34 Bennet, J. A "On the Power of penetrating into Space: The telescopes of William Herschel" *Journal History Astronomy* vii (1976) , p.81

cuenta más, que parecían ser sistemas mecánicamente dependientes por medio de una atracción gravitatoria. Estas interpretaciones constituyen las primeras extensiones de la teoría de la gravitación universal al universo estelar. De esta forma, se distingue entre las estrellas dobles "gravitacionales" y las "ópticas". Las primeras serían sistemas mecánicos de dos estrellas que dependerían de su atracción gravitacional. Las segundas serían sistemas de dos estrellas de diferente brillo, supuestamente muy alejadas entre sí, que no mostrarían esa dependencia gravitacional y serían muy adecuadas para intentar una determinación de la paralaje estelar.

Así, a partir de 1783 los Herschel ya pudieron dedicar todo su tiempo a la investigación astronómica. Construyeron el telescopio de veinte pies de longitud focal y casi diecinueve pulgadas de abertura. Ya se ha dicho que no fue el mayor que diseñó William, pero sí con el que consiguió mejores resultados. Posteriormente diseñó otro de cuarenta pies de distancia focal, pero el aparato no dio el juego esperado y el viejo telescopio de veinte pies se volvió a utilizar una vez más. Ya he indicado que los Herschel diseñaron sus telescopios como instrumentos "filosóficos" para adentrarse en el conocimiento de los espacios estelares profundos. No deseaban ver mejor, sino ver más y más profundamente. Por eso dirigieron su atención a la Vía Láctea. Pero, en este caso, no se trataba de un piadoso teólogo como Wright, ni de un audaz filósofo como Kant, ni de un extravagante matemático como Lambert; quien ahora dirigía su atención al mar de estrellas, era un astrónomo con fama de loco, con vocación de filósofo natural y de físico ayudado por el mejor colega que podía imaginar, su hermana Carolina, pertrechado con un poderoso telescopio del que conocía todas sus posibilidades.

Para esas fechas ya habían realizado tres revisiones sistemáticas de los cielos. Armados con su interés y con sus aparatos comenzaron la cuarta revisión con un procedimiento nuevo: medir la densidad del número de estrellas en cada una de las direcciones del punto de observación para ver si tal densidad es la misma en todas las direcciones. En definitiva, se trataba de aplicar un método de estadística estelar que ya había sido apuntado por Newton, pero que nunca había sido utilizado de una forma eficaz. En 1784 y 1785 William Herschel presentó ante la *Royal Society* dos contribuciones, la primera con el título *An Account of some Observations Tending to investigate the Construction of the Heavens*[35] y una segunda bajo la simple denominación *On the Construction of the Heavens*[36]. Ambas comunicaciones aportaban información detallada del método de trabajo empleado para analizar las observaciones e incluso unas figuras que los desconcertados *fellows* de la insigne sociedad debían aceptar como representaciones –ni más ni menos– de la forma que tenía la Vía Láctea vista a través de los ojos de un potencial observador que la pudiera mirar desde fuera.

---

[35] Publicado en las Phil. Tr. Royal Soc. , 74 (1784), pp. 437-451.

[36] Publicado en las Phil. Tr. Royal Soc. , 75, (1785), pp. 213-266.

Para llegar a la conclusión de que se podía dar una idea de la figura de la Vía Láctea vista desde "fuera" era necesario descartar la hipótesis de que la densidad de estrellas es uniforme en todas las direcciones, algo fácil de admitir cuando se ve el cielo a simple vista, pero que se ha de comprobar cuando se aplica el aumento de un telescopio potente, ya que cuando se enfoca el telescopio hacia cualquier lugar de la esfera celeste el ocular se llena de estrellas. Entonces, para distinguir una dirección de otra, es necesario contar las estrellas que ocupan el campo de visión. Eso es lo que hicieron los Herschel. Para cada dirección del espacio estelar, trabajaron con el supuesto de un paralelepípedo imaginario. El número de estrellas en cada uno da idea de su altura. Una gran densidad de estrellas quiere decir un paralelepípedo muy alto, y lo contrario, uno muy bajo. El resultado es que es posible tener una idea aproximada de la orografía de la Vía Láctea vista desde fuera. Si el descubrimiento de Urano le había acreditado como un observador extraordinario, su propuesta de cómo era la forma de la Vía Láctea fue considerada excesivamente aventurada y, aunque sorprendió, fue tomada como una conjetura más pese a estar avalada por una auténtica marea de observaciones. En cierta medida sus colegas pensaron que Herschel estaba afectado por 'la locura de la Vía Láctea', ya que ese conjunto de estrellas siempre daba la impresión de generar un tipo de discurso un tanto estrafalario.

Sin embargo, la lectura del texto presentado por William Herschel proporciona una valiosa información, no sólo sobre los resultados de las observaciones, sino además sobre sus ideas acerca de cómo debía proceder un astrónomo que se adentrara en el espacio profundo:

> Déjeseme en primer lugar mencionar que si debemos esperar hacer progresos en una investigación de esta naturaleza [la investigación del espacio profundo] tendríamos que evitar dos extremos opuestos de los que es difícil decir cuál es el más peligroso de los dos. Si nos dejamos llevar por la indulgencia de una imaginación llena de fantasía y construimos mundos que sólo están en nosotros mismos, no debemos extrañarnos que nos alejemos del camino de la verdad y de la naturaleza; se desvanecerán como los vórtices cartesianos, tan pronto se den paso a teorías mejor construidas. Por otro lado, si añadimos observación a la observación, sin intentar extraer no sólo ciertas conclusiones, sino también conjeturas sacadas de ellas, estaremos ofendiendo el verdadero fin para el que deben hacerse las investigaciones. Trataré de encontrar el camino intermedio. [37]

Está claro que entre los dos peligros extremos, él prefería correr el de la primera opción. Un observador tan concienzudo y preciso como era él no podía permitirse ser un coleccionista de datos. Su pasión de filósofo natural de los cielos le empujaba a la interpretación de los hechos observados. Así, no sólo dio una idea de cómo era el universo sino que, además, adelantó un primer catálogo de "objetos estelares" que no eran estrellas comunes, sino cuerpos de una extraña naturaleza. Por primera vez se daba una taxonomía

[37] Herschel, 1785, p. 264.

de formas y una relación entre ellas, lo que sugería una incipiente idea de evolución de los objetos celestes. De esta manera, describía cinco formas de asociación de estrellas para formar nebulosas todas ellas sujetas al imperio de la gravitación: nebulosas donde una estrella grande parecía dominar a un gran número de otras más pequeñas, nebulosas de pocas estrellas del mismo tamaño que supuestamente compartían un centro común, y combinaciones de estos modelos primitivos, lo que sugería que la Vía Láctea era simplemente una de las muchas nebulosas existentes. El universo era inmenso, como inmensa la colección de objetos que lo poblaban. Sistemas que contenían dentro de ellos otros sistemas enormemente complejos.

En los años 1784 y 1785 Herschel todavía pensaba que todas las nebulosas se podían resolver en estrellas, lo que avalaba que la idea de Lambert de un espacio lleno de universos-isla era una representación plausible, una conjetura eficaz sobre los datos observados. Además de ofrecer una representación de cuál era la forma exterior de nuestra Vía Láctea, en las comunicaciones de esos años, Herschel aportó un nuevo catálogo de nebulosas descritas con precisión, haciendo hincapié en su variedad y adelantando hipótesis de cómo se podrían haber formado. Se aportan así las primeras ideas para establecer una primera teoría evolutiva de los objetos estelares. La clasificación, la tipología, en este caso se convierte en una actividad filosófica. En el escrito de 1785 ya aparecen las nebulosas clasificadas en nebulosas globulares, nebulosas en anillo de estrellas y nebulosas planetarias, sin duda las más enigmáticas porque no se dejaban resolver en nebulosas de estrellas.

En 1789, W. Herschel publicó un catálogo de un segundo millar de nebulosas observadas por Carolina y él mismo. Pero en 1791 publicó otro artículo titulado "*On Nebulous Stars, Properly so Called*"[38] donde la idea tan atractiva, tan bella y tan sencilla de los universos-islas se complicó. En esta contribución se hacía referencia a una observación realizada el 13 de noviembre de 1790, la de una nebulosa con una estrella central rodeada de una atmósfera luminosa cuyo "fluido de opalescencia lechosa" no se resolvió en estrellas por mucho que lo intentó. La describe así:

> "La estrella está situada perfectamente en el centro y su atmósfera es tan diluida, sutil e igualmente distribuida que no se puede resolver en estrellas; no cabe la menor duda de que hay una evidente conexión entre la estrella y su atmósfera. Otra estrella que no tiene mucho menor brillo, y que está en el mismo campo de visión que la anterior, estaba completamente libre de una atmósfera semejante"[39]

El universo no sólo era fascinante, sino que además albergaba más elementos que las meras estrellas individuales o los universos-islas situados más allá

[38] Publicado en las Phil. Tr. Royal Soc, 81 (1791) 71-81 y reproducido en *The Scientific Papers of William Herschel* (Ed. Dreyer), Londres 1912 vol.1 pp.415-25

[39] Herschel, 1912, p. 415

de nuestra Vía Láctea (a los que los Herschel denominaban "otras Vías Lácteas"). Aparecían ahora esos nuevos elementos en los que se apreciaba un nuevo tipo de materia luminosa, un fluido completamente desconocido en la época. La presencia de esas estrellas nebulares complicaba considerablemente la observación de los cielos y la consideración de su naturaleza convirtiéndose en invitados inevitables, ya que, posteriormente, los Herschel fueron capaces de identificar muchos más objetos celestes de este tipo. En todo caso quedaba claro que las estrellas estaban hechas de una luz especial y que el estudio de la luz debía ser un objetivo de todo aquel que deseara entender qué pasaba en los inmensos espacios siderales. Herschel llegó a considerar esas nebulosas planetarias o estrellas nebulares como los laboratorios que fabricaban estrellas, como los lugares en el seno de los cuales se producían las estrellas. A lo largo del resto de su vida científica los Herschel intentaron dar una clasificación de la tipología de estrellas, y en 1811, en un artículo no ya sólo sobre la construcción de los cielos, sino sobre su organización [*Astro - nomical Observations Relating to the Construction of the Heavens, Arran - ged for the Purpose of a Critical Examination, the Result of Which Appears to Throw Some New Light upon the Organization of the Celestial Bodies*][40] dieron la última, que contenía cuarenta y cinco tipos de estrellas y diferentes formas de nebulosas. Esta tipología estuvo vigente en los análisis de la primera astrofísica durante la primera mitad del siglo XIX.

Ya he señalado que los miembros de la *Royal Society* siempre consideraron a los Herschel, especialmente a William, como excéntricos o decididamente locos, pero la tolerancia británica ante la excentricidad jugó a favor de ellos. En las Islas no parecía constituir un terrible delito mantener opiniones tan peculiares acerca de un objeto tan inútil como la galaxia que nos acoge, de tal forma que los hermanos Herschel pudieron continuar sin mayores problemas sus trabajos de catalogación de estrellas dobles y nebulosas. De estas últimas llegaron a identificar cerca de dos mil quinientas de todas las clases, y constituirían la base sobre la que trabajarían la historia natural y la astrofísica posteriores.

Herschel tampoco olvidó que el Sol es una estrella y dedicó tiempo y esfuerzo a observar los componentes del sistema solar. El Sol atrajo su atención porque era la estrella más cercana, ya a principios del XIX se suponía que contenía el secreto de la "física" del universo. Para desentrañar sus misterios era necesario analizar las manchas solares, sin duda lo más llamativo para un astrónomo. Pero además de esto, William Herschel inició otro camino muy prometedor para la astrofísica posterior. Si el Sol emitía luz, ¿por qué no analizarla?. Si la sensación que producía la luz se resolvía también en un efecto térmico, ¿por qué no analizar ese "calórico radiante" que le acompañaba?. En realidad, el análisis físico y no meramente óptico de la luz fue un tema estrella de la filosofía natural de principio de siglo XIX. Con sus investigacio-

[40] Publicado en las Phil. Tr. Royal Soc. 1811, pp. 269-336.

nes a este respecto, Herschel identificó la parte infrarroja del espectro igual que, casi de modo simultáneo, hiciera en Berlín un químico alemán llamado Ritter (1776-1810) que había reconocido la parte ultravioleta del espectro luminoso[41]. Durante muchos años se supuso que tanto lo infrarrojo como lo ultravioleta eran el efecto de un calórico radiante que acompañaba a la luz, pero ya en la década de los cuarenta del siglo XIX, y gracias a los trabajos experimentales del físico italiano Macedonio Melloni (1798-1854), donde se analizaba el comportamiento del calórico en la reflexión y en la refracción, se identificaron los efectos "físicos" de la luz con los aparentemente "ópticos" del calórico tratándose como si fueran un único fenómeno con las ventajas que ello supondría para el desarrollo de la astrofísica[42].

Todos estos pensadores pertenecieron al grupo que sus contemporáneos denominaron cariñosamente como *gentlemen of science*, es decir, personajes que inicialmente no eran profesionales de la ciencia, o bien que no tuvieron una formación normal y reglada, pero que trabajaron en ámbitos del conocimiento verdaderamente innovadores. Tal vez a causa de disputas gremiales no ocupan un puesto destacado en los libros de historia de la filosofía, pero en todo caso hicieron más por el conocimiento de la naturaleza y del hombre que otros muchos que sí aparecen en sus páginas.

5. A modo de final provisional

Teratólogos, taxonomistas, soñadores y visionarios trabajaron en la construcción de una representación de las estrellas conformando una comunidad muy diluida que fue tolerada entre la de los astrónomos profesionales. Y quizá se puede decir que tales personajes fueron los constructores del primer puente entre la nueva física que emergió en el cambio de siglo y la vieja astronomía de las estrellas. Observaron y clasificaron cuerpos celestes como lo harían los botánicos o zoólogos preocupados por lo orgánico y, pese a que estaban enmarcados en un contexto mecanicista, pretendieron ver el cosmos como un todo organizado. Sin duda, y para concluir, cabe apuntar que recibieron la influencia del trasfondo romántico que les rodeaba en el desarrollo de un programa que nunca fue visto con hostilidad ni como una amenaza para el desarrollo de la astronomía tradicional. Pero que sin duda fue un programa sostenido durante décadas y que se nutrió de la libertad que proporcionaba el romanticismo que se desarrollaba en la sociedad de aquel entonces.

---

[41] J. W. Ritter "Die Entdeckung des ultravioletten Lichts" *Physisch-chemische Abhandlungen in chronologischer Folge*, Bd. II, Leipzig 1806, 81-107

[42] Los artículos de Melloni sobre estos temas se publicaron entre 1832 y 1840 en los *Annales de chimie*. Tal vez el más relevante sea "Memoire sur la polarisation de la chaleur" publicado en el vol 61 (1836) pp. 375-410.

LAS CONTROVERSIAS DE GOETHE Y LA FORMACIÓN DEL CARÁCTER CIENTÍFICO

Dennis Sepper
University of Dallas

I

En el contexto de un simposio sobre Ciencia y Romanticismo, Johann Wolfgang von Goethe supone más un problema que una solución. Durante más de un siglo, para bien o para mal, Goethe fue el paradigma de una cierta forma de cultura de la sociedad burguesa alemana: la *Bildung*[1]. Con la desaparición del ideal de *Bildung* después de las guerras mundiales y el surgimiento, en una sociedad más democrática, de una actitud crítica hacia su carácter y convicciones aparentemente aristocráticos, la influencia de Goethe sobre la cultura alemana y europea se debilitó. Sin embargo, aunque ahora tienda a ser reducido al status de mero representante de un mundo vagamente recordado, todavía ha de ser tenido en cuenta al examinar la cultura alemana y europea de finales del siglo XVIII y principios del XIX.

Antes de empezar a analizar lo que significan las controversias de Goethe en la formación del carácter científico, debemos hacer notar la ironía de yuxtaponer el nombre de Goethe a la ciencia y el Romanticismo. Si uno dice "Goethe, ciencia y Romanticismo", un público europeo educado presupondrá que estos tres términos se complementan. Esto es, si ciencia y Romanticismo son considerados juntos, si tomamos la intersección de ciencia y Romanticismo, entonces, sin lugar a dudas, Goethe es un buen representante de tal controversia. Si por otra parte separamos los términos y crea-

[1] Cultura, educación.

mos dos pares, "Goethe y ciencia" y "Goethe y Romanticismo", la relación se vuelve más complicada y controvertida. Ya que, ¿acaso no representa Goethe un tipo de ciencia que está reñida con la ciencia moderna, con la ciencia causal, metódica y matemática que surgió por vez primera en el siglo XVII y ha continuado hasta hoy? ¿Acaso no fue Goethe un crítico del Romanticismo? Bajo esta luz Goethe no aparece como representante ni de la ciencia ni del Romanticismo. En vez de ser representante, se nos presenta como alguien marginal, como un excéntrico. Aunque indujera a importantes contemporáneos y *Bildungsbürgertum*[2] a compartir sus puntos de vista, Goethe aparece ante nuestros ojos distantes y desapasionados como alguien atípico, y tal vez (atendiendo a su amplitud de espíritu) como alguien atípicamente estrecho o limitado.

¿No nos estamos enfrentando, ya desde el comienzo, a una paradoja: que Goethe, por un lado, rechazaba tanto el Romanticismo como la ciencia moderna y sin embargo, por otro lado, se nos presenta como el principal precursor de la ciencia romántica? Sin ánimo de exagerar, el estudioso convencional respondería que sí a ambas preguntas. A continuación intentaré demostrar que el enfoque convencional está equivocado, o por lo menos plantea el debate de forma errónea. Examinar las controversias de Goethe, sus Auseinandersetzungen[3] con la ciencia y el Romanticismo, nos proporcionará las claves para reformular el debate de una manera más exacta y precisa.

2

La fama que tiene Goethe de estar reñido con la ciencia moderna se basa sobre todo en su polémica con la teoría de la luz blanca y los colores de Isaac Newton. Sin embargo, la teoría del color o *Farbenlehre* no fue el único, ni siquiera el primer tema científico, al que Goethe dedicó su energía. Su interés por aspectos científicos y técnicos empezó en los campos de la botánica, la geología y la mineralogía. Dicho interés se despertó en 1776 por motivos prácticos: planificar un jardín para la casa que Carl August, duque de Sachsen-Weimar, le regaló, y reabrir las minas de Ilmenau por orden de Carl August. En 1780 y 1781 cursó estudios intensivos de mineralogía y anatomía, y a finales de 1781 dio conferencias de anatomía en la Academia Freie Zeichen de Weimar. Su primer trabajo científico importante fue un ensayo ilustrado que terminó en 1784, un estudio sobre anatomía comparada de los mamíferos, para determinar si los seres humanos poseen el hueso intermaxilar (el hueso en el que se empotran los dientes caninos).

[2] Miembros de la burguesía cultural.

[3] Disputas.

Pero tras estar dicho ensayo circulando entre unos cuantos anatomistas de renombre en Alemania y Holanda, Goethe decidió no publicarlo (no fue publicado hasta 1817). En 1785 retomó su trabajo de botánica y estudió la *Philosophia botanica* de Linneo.

La primera gran obra científica que Goethe publicó fue *Metamorphosen der Pflanzen (La metamorfosis de las plantas)*, en 1790[4]. Luego, en 1791 y 1792, publicó dos entregas de lo que pretendía ser una serie de trabajos, *Beiträge zur Optik (Contribuciones a la óptica)*. Anunció a sus amigos que estas contribuciones a la óptica echaban por tierra la teoría de Newton. Las publicaciones en sí mismas no abrieron ninguna polémica. Sin embargo, en el doceavo párrafo –la obra estaba dividida en pequeños párrafos enumerados para facilitar la consulta– Goethe sugería que había objeciones irrefutables al sistema de Newton, y en los dos párrafos precedentes hacía constar que "*hace más de cien años un hombre profundo se ocupó de este asunto, recopiló muchas experiencias, erigió un edificio doctrinal como un fortín en el campo de la ciencia, y a través de una poderosa escuela forzó a cuantos le siguieron a formar parte del grupo si no querían ser suprimidos*" (LA 13:9). El tema del conflicto, del *polemos,* estaba implícito, aunque Goethe no presentara más argumentos en ninguna de las dos *Beiträge*. Goethe dio a conocer al mundo sus polémicas intenciones algunos años después, en los *Xenien*, que aparecieron en la obra de Friedrich Schiller *Musenalmanach*, en 1797. Los *Xenien* eran dísticos, a la manera del poeta latino Marcial, que Goethe y Schiller compusieron juntos para satirizar las corrientes culturales e intelectuales de la época. Aproximadamente una docena de ellos apuntaban hacia Newton y los newtonianos.

A pesar de lo dicho, Goethe no era persona a la que le gustaran las disputas. A lo largo de su vida, tanto a nivel personal como profesional, tendió más a esquivar la controversia y el conflicto que a perseguirlo. Tal vez el ejemplo más famoso de esta tendencia fue su partida hacia Italia en septiembre de 1786. Por entonces había estado viviendo y trabajando en Weimar desde hacía casi once años, y había empezado a sentir que sus relaciones personales eran insatisfactorias, que su rol social le asfixiaba y sus responsabilidades profesionales y gubernamentales le oprimían.

Una respuesta similar ante una situación desfavorable se produjo con sus primeros trabajos científicos, que abarcan desde finales de 1770 hasta principios de 1790. Cuando hizo circular el manuscrito ilustrado del ensayo sobre el hueso intermaxilar, las reacciones fueron muy diversas: desacuerdo, tibios elogios, algunas palabras de estímulo y no poca incomprensión. Goethe estaba decepcionado, pero no insistió sobre sus puntos de vista y menos aún atacó. En lugar de eso dejó el ensayo a un lado, si bien no abandonó el trabajo sobre anatomía comparada.

---

[4] El poema del mismo título fue escrito en 1798 y publicado al año siguiente.

Otro conocido episodio ocurrió justo después de su viaje de dos años por Italia: el enfrentamiento público con su amigo Karl Ludwig von Knebel (1744-1834). Antes de partir hacia Italia, Goethe había estimulado a Knebel a seguir su ejemplo y dedicarse a los estudios sobre la naturaleza. Knebel optó por observar las formas que aparecen en el agua al congelarse y compararlas con las formas que adoptan las plantas y las plumas de los pájaros. Knebel compartió sus conclusiones con Goethe, el cual escribió sobre ellas en el periódico *Teutsche Merkur* en enero de 1789. Las citó como un meticuloso estudio lastrado por la extravagancia y la fantasía. Knebel se enfureció y quiso publicar una vehemente réplica. Sin embargo, Goethe reconoció que se había excedido, y por mediación de Christoph-Martin Wieland (1733-1813), editor del periódico, ambos amigos llegaron al acuerdo de que Goethe moderaría aquellas primeras impresiones en otro ensayo.

Sin duda este episodio podría parecernos más un acto de agresión que una muestra del talante pacífico de Goethe. ¿Acaso no estaba traicionando la confianza de Knebel al responderle en un foro público? La visión del contexto permitirá suavizar esta primera impresión: Wieland había invitado a Goethe a escribir una serie de ensayos sobre sus experiencias en Italia; la evaluación del trabajo de Knebel formaba parte de un ensayo acerca de la *Naturlehre*, la doctrina de la naturaleza; el *Merkur* había sido fundado en 1773 como un nuevo tipo de periódico para el público alemán, un periódico que abarcara un abanico completo de temas interesantes para el lector cultivado; se editaba y publicaba en Weimar y a menudo reflejaba los asuntos culturales y acontecimientos de Weimar y de la cercana universidad de Jena, a pesar de que su difusión era muy amplia. La controversia de Goethe debería por tanto ser contemplada no como el hecho de hacer público un asunto privado, sino más bien como una manera de compartir con el público de Weimar y de Jena la constatación de algo que todos conocían ya: que Knebel se estaba dedicando al trabajo de la ciencia supuestamente al modo de Goethe.

Goethe sintió la clara necesidad de distinguir sus propias prácticas de las de Knebel. Aunque no es difícil imaginar por qué Knebel se sintió ofendido, no parece que Goethe tuviera la más mínima intención de atacarle. Más bien, lo que quería era advertir a Knebel y al resto de sus amigos de Weimar-Jena, desde una posición más experta, acerca de los peligros de la imaginación desbocada cuando se comparan fenómenos tan sumamente dispares (el hielo, las plantas y las plumas de los pájaros). Es más importante diferenciar las cosas que equipararlas –argumentaba en su primera carta–, y acababa con este consejo: "*La ciencia es realmente un privilegio intrínseco del hombre; si al practicar la ciencia el ser humano es recurrentemente guiado hacia el 'gran concepto' de que todo es una unidad armónica y él (el ser humano) también es una unidad armónica, entonces este gran concepto dará al hombre mayor plenitud y riqueza que el cómodo misticismo que oculta confortablemente su pobreza en una respetable*

oscuridad"[5]. Como Dorotea Kuhn señala, estas palabras expresan "*uno de los grandes principios de Goethe, al cual nunca renunció y que le preservó de caer en una Natürphilosophie acrítica* ".[6]

Quizá Goethe pretendía echar a Knebel una reprimenda cordial, pero eso no quitaba que fuera una reprimenda, y además pública. La reconsideración conciliatoria de su ensayo posterior suavizó el contenido de la obra anterior. En lugar de la aguda dicotomía entre hacer cuidadosas distinciones y esbozar remotas analogías, Goethe ahora tomaba el punto de vista del *amateur*, del diletante. Aprobaba la imaginación y el ingenio, necesarios como ayuda *(Hilfsmittel)* de la ciencia. La imaginación y el ingenio son lo que permite al genio ir más allá del transcurso normal de los descubrimientos, tienen relación con la intuición y son inestimables para reconocer las formas o los tipos de fenómenos. La ciencia en este sentido tiene una triple base: los investigadores 1) se ocupan de hacer observaciones exactas, 2) ordenan y determinan lo que ya ha sido descubierto, y 3) tomando como premisas los dos puntos precedentes y usando la imaginación, añaden algo nuevo. Las potencias de la imaginación y el ingenio, aunque problemáticas, permiten entrever relaciones más remotas entre los hechos tanto desde el punto de vista teórico como práctico. Esto viene a significar que Knebel actuaba correctamente en sus observaciones iniciales, y que, según la perspectiva de Goethe, había pasado demasiado rápidamente a la tercera base, más especulativa, sin dejar los cabos bien atados en la segunda.

3

En los años noventa del siglo XVIII, Goethe buscaba una nueva audiencia como poeta, como crítico y como científico. En 1786 había huido de las complicaciones de la sociedad y del gobierno de Weimar. El viaje a Italia le permitió redescubrir la naturaleza, la espontaneidad, el arte clásico de Grecia y Roma y la base natural de las instituciones humanas y sociales. Tenía la esperanza de que, al retornar a Weimar, podría compartir sus recién adquiridos conocimientos y su nueva sabiduría, su nueva aproximación a la vida, al arte, la naturaleza y la sociedad. Pero en lugar de eso sucedió que su nueva actitud irritó a sus viejos amigos, que se alejaron de él, y Goethe se encontró cada vez más aislado. En Weimar el aislamiento era solo relativo, pero no hay duda de que su relación con la gente cambió después de Italia, en parte también porque muchos se sintieron moralmente ofendidos

[5] Transcripción de Dorothea Kuhn, *Empirische und ideelle Wirklichkeit: Studien über Goethes Kritik des französischen Akademiestreites, Neue Hefte zur Morphologie*, vol. 5 (Hermann Böhlaus Nachfolger, Graz 1967), p. 24.

[6] Ibid.

cuando se fue a vivir con Christiane Vulpius, con la cual no se casaría hasta 1806. Pero su status de poeta también había cambiado. Ello se debía en parte al simple hecho de que en 1789 Goethe había cumplido los cuarenta y ya no podía ser incluido entre las jóvenes promesas de la literatura alemana. Otro motivo era que, en medio de la confusión política del período de la Revolución Francesa, había menos interés hacia la corriente cultural y social que él representaba.

A pesar de su situación de aislamiento, Goethe continuó sus actividades en la vida pública y cultural. Su atención se centró cada vez más en la universidad de Jena, que estaba a tan solo veinte kilómetros de distancia y sobre la cual tenía responsabilidades como ministro del gobierno. En la década de 1780, dicha universidad había empezado a atraer alumnos de todas partes de Alemania, y a mediados de la década siguiente se había convertido en el centro de la actividad filosófica y literaria alemana. Goethe había empezado también a incentivar ampliamente las facultades de ciencias. Sin embargo, hasta que él y Schiller se hicieron amigos íntimos, la sensación de aislamiento no desapareció.

Schiller, hombre de infatigable energía a pesar de su mala salud, se comunicaba activamente con estudiantes y literatos de toda Alemania y no paraba de iniciar y fomentar nuevos proyectos culturales. En julio de 1794 Goethe viajó hasta Jena para atender asuntos varios, uno de los cuales era estudiar con Schiller la proposición de este último de colaborar en un nuevo diario: *Horae*. Se encontraron antes de lo esperado. Goethe asistió a una conferencia sobre botánica –en la que estaba Schiller– en la recientemente fundada Sociedad de Historia de la Naturaleza. Cuando la conferencia terminó se cruzaron en la puerta. Aunque ya se conocían, hasta ese momento poco habían tenido que ver el uno con el otro. Goethe había apoyado la candidatura de Schiller para ocupar un puesto de Historia en la universidad de Jena (los profesores de literatura le habían bloqueado el puesto en su facultad), pero se mantuvieron a distancia. La obra poética de Schiller representaba para Goethe un mundo de pasiones incontroladas, algo que creía superado ya en sus propios escritos, y le parecía que los trabajos de estética y los ensayos literarios de Schiller revelaban cierta hostilidad hacia su poesía. Schiller, por su parte, había intentado varias veces entrar en el círculo de Goethe.

Según cuenta Goethe, en la puerta se enfrascaron en una conversación sobre la conferencia. Schiller hizo la observación, "muy celebrada" por Goethe, de que "una forma tan fragmentada de tratar la naturaleza" nunca podría seducir a los no iniciados. Goethe respondió que dicha forma resultaría extraña incluso a los iniciados, pero que podría existir "otro modo de estudiar la naturaleza de forma no separada y aislada, sino mostrándola viva y en plena actividad, oponiéndose por completo a lo particular". La conversación continuó mientras caminaban y, cuando llegaron a casa de Schiller, Goethe aceptó la propuesta de seguir hablando en el interior. Allí Goethe describió a Schiller su forma de ver la metamorfosis de las plantas, el proceso de crecimiento y de aparición de cada planta, tanto en su con-

junto como en cada una de sus partes, por medio de la variación y transformación de un componente básico y típico. Con unos pocos movimientos de su pluma, dice Goethe, hizo que:

> (...) una planta simbólica surgiera ante sus ojos (de Schiller). Schiller atendía y observaba todo aquello con condescendencia y gran poder de concentración, pero cuando hube terminado negó con la cabeza y dijo: eso no es experiencia, es una idea. Me paré en seco, bastante irritado, ya que ahí residía lo que nos separaba tajantemente...[7]

En ese momento la discusión llevaba camino de romperse, y podría haber surgido una abierta disputa de haber estado predispuesto a ello cualquiera de los dos. Sin embargo, y aún irritado como estaba, Goethe dice que:

> (...) me recompuse y respondí: es muy placentero para mí tener ideas sin saberlo y verlas con mis propios ojos.
>
> Schiller, que tenía mucho más sentido común, más sagacidad y mejores modos que yo, y que también, por estar a punto de publicar *Horae*, prefería atraerme hacia sí a que me alejara de él, respondió a eso como buen kantiano; y como de mi tozudo realismo surgieron muchas oportunidades para contradecirle, hubo una dura batalla a la que finalmente pusimos punto final. Ninguno de los dos pudo considerarse victorioso, ambos nos sentimos inconquistables. Argumentos como el que sigue me resultaron realmente dolorosos: "¿Cómo podría nunca ser considerada la experiencia como apropiada a una idea? Ya que precisamente ahí yace el carácter inherente a la segunda (la idea), que una experiencia jamás puede ser congruente con ella". Si él consideraba idea lo que yo llamaba experiencia, tenía que haber algo que mediara entre ambas, algo que las relacionara.

Y así fue como "se dio el primer paso". En un momento de gracia ética y de apertura mutua, en lugar de originar un debate, lucharon a su manera en pro de una base común sobre la que poder fundar una amistad, relación que, tal como se desarrolló, dio forma decisiva al clasicismo alemán y europeo.

Vamos a poner nuestro foco de atención en el asunto que tenemos entre manos. Schiller, hablando como un kantiano, dice que la *Urpflanze* es una idea, mientras Goethe insiste en que es algo que se puede ver. Goethe describe la Urpflanze como si fuera directamente experimentable –un asunto de *aisthesis* (sensación) en términos kantianos– y Schiller como un producto de la razón en su búsqueda de comprensión[8].

---

[7] El relato de Goethe sobre ese encuentro fue publicado en 1817 bajo el título "*Erste Bekanntschaft mit Schiller",* citado aquí según Emil Staiger, ed., *Der Briefwechsel zwischen Schiller und Goethe*, 2 vols., (Insel Verlag, Frankfurt an Main 1966), 1: pp. 11-14.

[8] La base común era en gran parte Kant. Schiller, por supuesto, ya había escrito sus cartas sobre la educación estética del hombre, donde elabora una teoría sobre la belleza según la cual ésta tiene un poder dinámico que perfecciona el uso práctico de la razón. Es poco conocido el hecho de que Goethe había estudiado a fondo la *Crítica de la razón pura* de Kant y la *Crítica del juicio* entre 1789 y 1791, precisamente un periodo en que luchaba con el método científico.

Habían pasado más de cinco años desde el desagradable enfrentamiento con Knebel. En ese intervalo Goethe había mantenido muchas conversaciones sobre ciencia sin llegar a acuerdos. En particular, había discutido sobre su *Farbenlehre* con físicos y otros científicos, que calificaron su *Beiträge zur Optik* como una lúcida y cuidadosa presentación de muchos fenómenos de refracción de la luz. Su reciente trabajo acerca de las sombras coloreadas y la fisiología del color produjo cierto interés, pero la inmensa mayoría de los científicos dijo que tales fenómenos eran ya conocidos, y que sería un error por su parte creer que de algún modo refutaban a Newton. La reacción de Schiller ante la explicación que Goethe hacía de la *Urpflanze* rozaba muchos de esos temas, al menos en su fundamento. Goethe creía –y esperaba que su audiencia llegara a sus mismas conclusiones– que la *Gestalt*[9] mostrada por los fenómenos de refración es distinta de la que la teoría de Newton requiere, y también que la *Gestalt* del crecimiento de las plantas y su desarrollo es perceptible en la forma de la *Urpflanze* (sin el apéndice de una conclusión negativa acerca de otra teoría). Schiller admiraba la idea, pero como idea, no como fenómeno; los físicos admiraban la presentación de los fenómenos, pero no vislumbraron ninguna unidad ni *Gestalt* que conllevasen crítica alguna a Newton. Ambas audiencias distinguían lo que es percibido de lo que es ideado, de una manera que disgustaba a Goethe.

¿No es esto una prueba de que nuestro gran poeta, seducido por la inmediatez sensual, confundía el ver con el pensar? El historiador convencional opina que así es, pero tal afirmación es absurda, pues aboga implícitamente por una tipología de la naturaleza humana –los poetas son de una manera, los científicos de otra– lo cual es cándido e ingenuo. No hay una tipología poética única, como no la hay científica.

¿Pero no podría ser además una prueba del carácter ingenuo de la filosofía de Goethe? Después de todo, el propio Goethe escribió que él no poseía "un órgano para la filosofía"[10]. Debemos tener en cuenta, sin embargo, que su concepción de tener un órgano para la filosofía venía dada por su relación personal con hombres como Fichte, Schelling, Hegel, así como por un intensivo estudio de Kant. Goethe no tenía un órgano para la filosofía como sistema, pero estaba más que capacitado para resolver problemas filosóficos, especialmente cuando tenían que ver con la teoría y la práctica de la ciencia.

Con todo, el pasaje evidencia que Goethe necesitaba refinar su concepción de la relación entre percepción y concepción en la ciencia. Eso sí es cierto. No obstante, Goethe no era ingenuo, ni necesitaba una instrucción elemental acerca de las diferencias entre *aisthesis*, comprensión y pensa-

---

[9] Forma.

[10] En "*Einwirkung der neuren Philosophie*", publicado en 1820.Véase HA 13:25, o sea, *el Hamburger Ausgabe* de las obras de Goethe*: Goethes Werke*, ed. Erich Trunz, 14 vols. (Verlag C.H. Beck, Munich 1955-1971), 13: p. 25.

miento en Kant. Pero su descripción del episodio de la *Urpflanze*, escrito en 1817, demuestra que estaba estancado en una fase hiperrealista del pensamiento, lo cual nos permite estar de acuerdo retrospectivamente con la objeción de Schiller. De hecho, fueron los contactos con este a lo largo de años posteriores lo que permitió a Goethe clarificar que la percepción es una relación dinámica en la que concurren tanto quien percibe como lo percibido. Y finalmente convencería a Schiller de que había algo en su insistencia realista, que la *Gestalt* mostrada por los fenómenos no era una idea pura y simple. Entre la sensación y el concepto hay todo un mundo que requiere ser explorado y ordenado.

4

En Roma Goethe se había relacionado con una colonia de expatriados alemanes, la mayoría pintores. Discutiendo con ellos comprendió pronto las reglas y principios del dibujo y de la composición, pero en lo que respecta al color poco pudieron los pintores añadir. Goethe tenía la impresión de que los físicos podrían contribuir de alguna manera a explicar el color, así que decidió retomar el tema cuando regresara a Alemania. Probablemente en 1789 leyó un capítulo sobre óptica en un texto alemán de física (también admitió haber oído acerca de los experimentos newtonianos en la universidad, no así haberlos observado). El libro no hacía referencia a principios relevantes para las artes, por lo que decidió observar los fenómenos por sí mismo. Pidió prestados prismas, lentes y demás equipo óptico para llevar a cabo los experimentos. Sin embargo, le surgió otro trabajo y el paquete con los instrumentos permaneció cerrado. Meses más tarde el propietario pidió que se los devolviera con urgencia. Casi por impulso Goethe decidió abrir la caja y examinar el contenido, aunque fuera sólo unos minutos. Estaba en una habitación pintada de blanco y todavía sin amueblar. Sacó un prisma y miró a través de él. Le sorprendió que no se apreciaran colores, solo una pared de un blanco resplandeciente. Los colores solo surgían allí donde había algún saliente o contraste, por ejemplo los marcos de las ventanas. Donde había un contraste aparecían colores, pero generalmente sólo parte del espectro, nunca el espectro completo tal y como el texto científico exponía. En lo que Goethe más tarde llamó su "*aperçu*[11] fundamental", se dijo a sí mismo que Newton tenía que estar equivocado. Así pues, parece ser que su estudio físico del color empezó, si no con polémica, sí de manera controvertida.

Tradicionalmente en la literatura –incluso durante su vida– se ha utilizado este episodio para ilustrar el completo fracaso de Goethe a la hora de

[11] Percepción.

entender la teoría de Newton. A esa afirmación tradicional se ha añadido la de que Goethe estaba predispuesto en favor de la noción de que la luz blanca tiene que ser físicamente simple por ser fenomenológicamente simple. Una tercera afirmación se ha sumado a estas dos: que, como poeta, estaba situado en la inmediatez sensual, en la apariencia superficial de las cosas, por lo que su oposición a la teoría de Newton debe explicarse, en última instancia, por el hecho de que era poeta. Y otra afirmación más: los poetas son hijos de la inspiración, mientras que los científicos cultivan una racionalidad que se pone a prueba constantemente a sí misma al chocar con los hechos (hechos que no deben ser confundidos con la inmediatez sensual). Y con esas cuatro afirmaciones no se necesita investigar el tema con más profundidad.

Las cuatro afirmaciones son falsas. Ya he hablado de por qué son falsas la tercera y la cuarta, es decir, las que tienen que ver con el hecho de ponerle a Goethe la etiqueta de poeta, contrastando poetas con científicos y dejando que la inevitable conclusión surja por sí misma.

1) Cualquier mala interpretación que Goethe hiciera de la teoría de Newton se debió probablemente al libro de texto que consultó; aparte de esquemáticos, tal como los libros de texto requieren ser, muchos presentaban errores importantes, algunos incluso ridículos. El que con más probabilidad parece haber usado Goethe dice que si uno realiza los experimentos del prisma ajustándose al patrón de Newton, verá siete círculos de color perfectamente separados[12]. Goethe esperaba que la refracción descompusiera la luz blanca en colores. Sin embargo, cuando miró hacia la pared blanca, no había ninguna descomposición en colores, excepto allí donde había algún saliente. En este punto Goethe hizo justificadamente lo que cualquiera que entienda el *modus tollens* –por ejemplo los seguidores de Karl Popper– haría, y dijo que la teoría, al menos como a él se la habían explicado, no se confirmaba.

2) Nada en el pasado de Goethe nos conduce a pensar que tuviera prejuicios contra la teoría de Newton ni que tuviera la idea preconcebida de la simplicidad de la luz blanca. Estaba dispuesto a verificar experimentalmente la teoría sobre la que había leído, pero lo que vio le sorprendió. Aunque es cierto que pronto llegó a la conclusión de que el blanco es simple, dicha conclusión derivaba del hecho de que los libros de texto e incluso el propio Newton, tal como Goethe descubrió más tarde, describían el fenómeno de la refracción de forma parcial y tendenciosa. Y lo que era más importante aún para Goethe, Newton y sus seguidores fracasaron en el intento de hacer un recuento

[12] Véase mi breve discusión del compendio de científicos alemanes en Dennis L. Sepper, *Goethe contra Newton: Polémica y el Proyecto de una Nueva Ciencia del Color* (Cambridge University Press, Cambridge 1988), pp. 27-38.

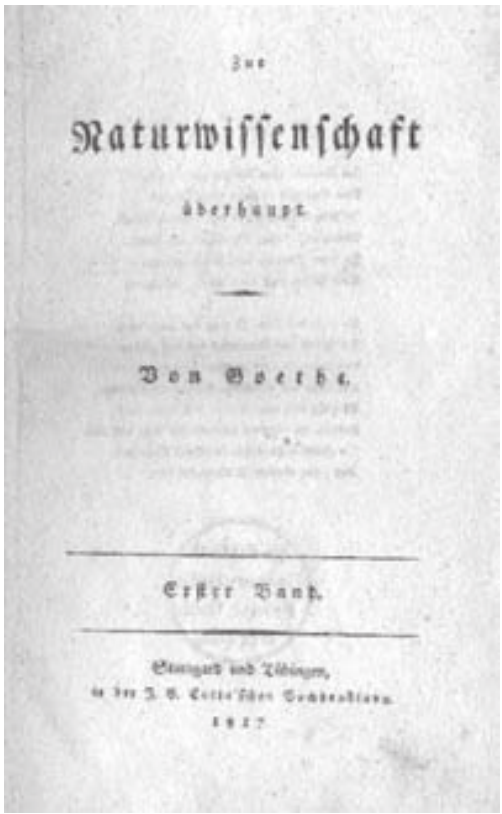
exhaustivo de las condiciones necesarias para la aparición del color. Los hechos estaban mal o inadecuadamente descritos precisamente porque los elementos del fenómeno experimental no se daban de forma exhaustiva.

En las dos primeras entregas de *Beiträge zur Optik*, Goethe presentaba un conjunto muy detallado de variaciones de experimentos con prisma. Su meta era un estudio íntegro en dos sentidos: una enumeración completa de los elementos o factores que se requieren para la aparición de colores refractivos, y un conjunto completo de variaciones de cada uno de estos elementos para determinar cómo su variación afecta a las apariencias. A diferencia de Newton, su primera aproximación a la refracción conllevaba mirar a través del prisma (el llamado experimento subjetivo), lo opuesto a proyectar una imagen espectral sobre una pared o pantalla (lo que llamaba experimento objetivo). Goethe realizó ambos experimentos e intentó demostrar, en la continuación de la serie de los *Beiträge*, que existe una íntima correlación entre el acercamiento objetivo y el subjetivo.

Lo que a Goethe le cuesta gran esfuerzo demostrar es el desarrollo del *aperçu* que tuvo en su recién pintada habitación: que la refracción produce colores solo si hay un contraste; es más, los colores que aparecen en el contraste dependen de la orientación del prisma. Si uno mira hacia un cuadrado blanco sobre un fondo negro con el ángulo refractivo del prisma señalando hacia abajo, verá aparecer rojo y amarillo en la parte superior del cuadrado (el rojo encima del amarillo), y en la parte inferior del cuadrado verá azul y violeta (el violeta debajo del azul). La parte central del rectángulo permanecerá blanca, pero la zona blanca disminuirá de tamaño a medida que uno aumente la distancia hacia lo expuesto, o lo sustituya por rectángulos más estrechos o use un prisma con mayor ángulo de refracción. Justo en el punto en que el amarillo que avanza roza el azul que también avanza desde el lado contrario, la imagen se volverá verde en el centro, y la zona verde aumentará de tamaño a medida que el rectángulo se estreche o la distancia de exposición aumente. Las zonas azules y amarillas disminuirán gradualmente, hasta que finalmente lo que se ve es un espectro de rojo, verde y violeta.

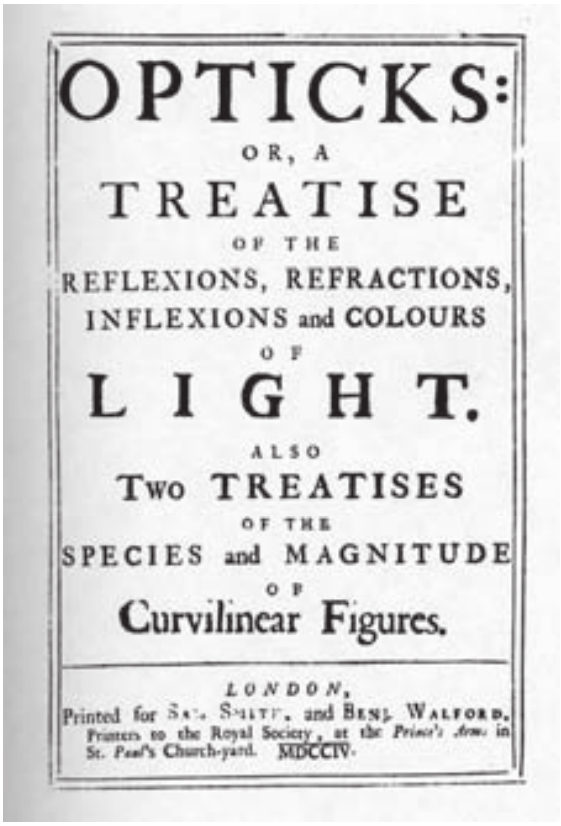
Científicos profesionales dijeron a Goethe que todos estos fenómenos ya eran bien conocidos y estaban perfectamente explicados por la teoría de Newton. Estas afirmaciones no son verdaderas del todo. La mayoría de esos científicos eran empiristas profesos e inductivos en su concepción del método, y estaban convencidos de que la teoría de Newton había sido construida mediante una inducción empírica prácticamente perfecta. Por desgracia, a principios de la década de los noventa del siglo XVIII, Goethe no estaba en posición de explicar a sus amigos físicos todos los temas fenomenológicos, experimentales, metodológicos, filosóficos e históricos involucrados en el asunto. Como afirmó en su narración de la conversación con Schiller acerca de la *Urpflanze*, Goethe pensaba todavía en términos de crudo realismo, términos que abandonaría algunos años después, tras el descubrimiento esencial de la constitución del ojo o el sistema visual de percepción del color, y tras discutir intensamente con Schiller cuestiones metodológicas y conceptuales.

Retrato de Goethe por J. Tischbein, 1788.



Portada del libro de Goethe en que aparece su teoría de los colores.

Retrato de Newton.


OPTICKS:
OR, A
TREATISE
OF THE
REFLEXIONS, REFRACTIONS,
INFLEXIONS and COLOURS
OF
LIGHT.
ALSO
Two TREATISES
OF THE
SPECIES and MAGNITUDE
OF
Curvilinear Figures.
LONDON,
Printed for Sam. Smith. and Benj. Walford,
Printers to the Royal Society, at the Prince's Arms in
St. Paul's Church-yard. MDCCIV.

Portada del libro Newton sobre la Óptica.

Permítanme ahora señalar un problema elemental que los fenómenos de los *Beiträge zur Optik* plantean a la teoría de Newton. De acuerdo con una interpretación razonable de dicha teoría, cuanto mejor se separe la luz blanca por refracción, mayor número de colores se percibirán. Aunque Newton aludía por lo general a un número de cinco o siete colores al describir el espectro, las tonalidades son en principio innumerables. Sin embargo, lo que los experimentos de Goethe demuestran es que el número de colores que se ven es bastante limitado –los campos de rojo, amarillo, verde, azul y violeta son relativamente uniformes en tonalidad. Cuando se realiza el experimento, según la concepción de Newton, separando lo más posible los rayos, se ven expansiones del color menos numerosas y más uniformes en lugar de una serie irregular de colores matizados más finamente. Al final solamente se ven tres retazos uniformes de violeta, verde y rojo. Esto es una inconmensurabilidad fundamental, una anomalía entre la predicción de la teoría y el resultado del experimento.

Si pensamos que tales fenómenos experimentales no bastan para echar por tierra a Newton, ya que no hemos tenido en cuenta ni la intensidad de la luz ni la respuesta del ojo a los distintos colores, nuestra reflexión será en última instancia de gran importancia, pero apenas relevante para la cuestión que estamos tratando. Con respecto a la teoría de Newton sobre la luz blanca y los colores, estas consideraciones adicionales –especialmente la de la respuesta del ojo a los diferentes colores– serían, más que fenómenos, hipótesis *ad hoc* añadidas para salvar la teoría. Pero dichas consideraciones fueron extraordinariamente importantes con respecto al futuro de la ciencia del color y a la investigación posterior de Goethe. Lo que debemos tener en cuenta a la hora de juzgar los motivos de la controversia es lo siguiente: que Newton no había investigado el modo en que el ojo detecta los colores, ni tampoco sus seguidores, hasta Thomas Young en la primera década del siglo XIX. Según la teoría newtoniana, el ojo es un detector pasivo de diferencias en el color producidas por tendencias en los rayos de luz. Ni Newton, ni los newtonianos, ni ningún otro investigador de la luz y del color se tomó en serio la posible concurrencia de la fisiología de la visión en la percepción del color. Goethe estaba empezando a darse cuenta de la importancia de estas cosas cuando intentaba completar una tercera entrega nunca publicada de los *Beiträge* sobre las sombras coloreadas en 1793. Como el mismo Goethe confesaría más tarde, estaba creando mera confusión cuando anteriormente describía que lo que hacía como una contribución a la óptica; era, en vez de ello, una contribución a la cromática, la ciencia del color. En la medida en que Newton entrelazó inextricablemente la cromática con temas de óptica, el filósofo de la naturaleza británico había cometido un error que influyó negativamente en la óptica y constriñó la evolución independiente del estudio del color.

En este punto quisiera hacer notar que no estoy apelando a ninguna teoría positiva de la luz y los colores que Goethe pudiera o no haber defendido. A lo que me estoy refiriendo es a la simple cuestión de si Newton des-

cribió con precisión y de forma completa lo observado, no solamente en uno, dos o tres experimentos de refracción seleccionados para la ocasión, sino en un análisis exhaustivo de las variaciones posibles en los experimentos básicos que resaltó.

5

Los dos primeros *Beiträge zur Optik* pretendían mostrar cómo producir una superexperiencia de color refractivo, basada en la creación de un superexperimento. Cualquier fenómeno particular de color refractivo sería de esta forma un caso específico de un experimento específico que tendría una posición y un valor dentro del campo del superexperimento.

¿Qué quiero hacer ver con los términos "superexperimento" y "superexperiencia"? Algo bastante sencillo que conlleva una elaboración de lo que Goethe denominaba *Urphenomenon*[13]. Piénsese en el experimento en que se basan las primeras afirmaciones de Newton: apagamos todas las fuentes de luz de una habitación excepto un pequeño agujero (pongamos de 8 mm.) en la contraventana, lo que permite el paso de un rayo de sol; este rayo es refractado por un determinado prisma de cristal (supongamos que con un ángulo refractario de unos 60 grados) a unos 10 cm de distancia del agujero de la contraventana; la luz refractada viaja hacia una pantalla situada a unos 7 m de distancia, donde observamos las formas que origina con sus correspondientes medidas. Los casos particulares pueden variar con solo cambiar las condiciones iniciales. Podemos hacer que el agujero sea mayor o menor, y también podemos cambiar su forma; podemos usar distintas fuentes de luz y prismas de diferente material y distinto ángulo refractivo; podemos colocarnos a otra distancia del agujero; podemos mover el prisma hacia detrás y hacia delante de forma que varíe el ángulo de incidencia; podemos variar la distancia hasta la pantalla. Podemos también realizar todo tipo de experimentos con variaciones similares pero mirando a través del prisma hacia la fuente de luz (o hacia una figura blanca sobre un fondo oscuro). La totalidad de esas variaciones es el superexperimento, y la experiencia completa de cualquier experimento singular en condiciones determinadas es la superexperiencia.

En esencia los *Beiträge* identifican las principales condiciones del experimento de Newton y las someten a variaciones. El propósito de Goethe era relativizar el valor de cualquier experimento con prisma, incluyendo los que realizó Newton. Si la teoría de Newton era perfecta valdría para el superexperimento como un todo, en cualquiera de sus variantes; si no era tan perfecta, valdría solo para algunas variaciones en condiciones determinadas.

---

[13] Fenómeno fundamental.

El tipo de superexperimento que Goethe produjo en los *Beiträge* no era algo enteramente nuevo. Deriva del método de observación dinámica que ya había usado en su estudio del hueso intermaxilar y de la *Urpflanze*, aplicado ahora a experimentos de física. Con el intermaxilar Goethe invitaba al lector a considerar el hueso tal como aparece en el curso de la evolución de un organismo sencillo, y tal como aparece en relación con las funciones vitales (comer, roer, rumiar) para las que sirve. El propósito de Goethe era observar el hueso en secuencias o series de variantes. Solo alguien experto en esta manera de observar dinámicamente secuenciada sería capaz de responder a preguntas como la de si el intermaxilar existe en los humanos. En la *Urpflanze* los dicotiledones se presentan en una comparación dinámica secuencial, empezando por las formas típicas de desarrollo en plantas individuales. El caso de la *Urpflanze* es, por supuesto, metodológicamente más ambicioso que la demostración del intermaxilar humano; la mayoría de las veces apenas hay dudas respecto a la presencia del intermaxilar; sólo en raras ocasiones cuesta identificarlo. Respecto a la *Urpflanze*, el primer objetivo era observar el desarrollo de cada tipo de planta como un conjunto de variaciones bajo la forma de una sola unidad u organismo, y luego, a partir de esas experiencias, profundizar en el desarrollo de una planta dicotiledónea típica, de la planta tipo, la *Urpflanze*.

Al final de la segunda entrega de los *Beiträge*, en una sección titulada *"Nacherinnerung"*[14], Goethe afirma que todos los experimentos de las dos primeras entregas derivan de una sola experiencia: la de la aparición de los colores en los límites del objeto visionado a través del prisma. Luego dice que múltiples experimentos de su obra están relacionados con la experiencia simple –lo que yo he llamado superexperiencia–, al igual que todas las variedades del cálculo están vinculadas a una fórmula simple, o al igual que todo comportamiento de los imanes tiene relación con el hecho fundamental del magnetismo (a saber, que cada imán tiene dos polos, cada uno de los cuales es atraído por su opuesto y repelido por su igual). Su meta es encontrar una ley tan simple e inamovible como esa. Y hace una afirmación de considerable importancia metodológica: "Tal ley puede ser averiguada, explicada y aplicada mil veces sin cambiar, sin tener que arriesgarse a elegir otro tipo de explicación teórica *(theoretische Erklärungsart)"*.[15]

Lo que Goethe sugiere aquí es en esencia el concepto de método que presentó en su segunda respuesta a los estudios de Knebel sobre la formación del hielo. La ciencia se construye 1) reuniendo y confirmando observaciones cuidadosamente; 2) organizando y ordenando las observaciones según el grado de sus conexiones mutuas; 3) aplicando hipótesis u otro tipo de

[14] Memoria posterior.

[15] Johann Wolfgang von Goethe, *Die Schriften zur Naturwissenschaft (Leopoldina-Ausgabe),* ed. Rupprecht Matthaei et al., 2 divs., 17 vols. Hasta la fecha (Böhlau for the Deutsche Akademie der Naturfoscher [Leopoldina] zu Halle, Weimar 1947–), div. 1,3: p. 51.

esquemas imaginativos para conectar las observaciones ya organizadas con fenómenos más remotos. Goethe desarrolló con mayor amplitud este esquema en el ensayo metodológico que escribió al completar las dos primeras entregas de *Beiträge zur Optik*: *Der Versuchals Vermittler zwischen Object und Subject*[16].

Lo que Knebel hizo fue saltar del primer paso al tercero, sin prestar suficiente atención al complejo trabajo de organizar las múltiples observaciones para crear superfenómenos, tipos relevantes y coherentes. Hoy podemos señalar que Goethe consideraba sus *Beiträge* (y presumiblemente también el resto de sus trabajos científicos) como producto de su concentración en los pasos uno y dos, y que dejaba el tercer paso –el más especulativo– para el futuro. De sus críticas hacia Newton y los newtonianos podríamos concluir que, al menos en este punto de su carrera, Goethe pensaba que habían dado el mismo salto que Knebel: habían observado rigurosamente hechos específicos, esto es, habían realizado la primera tarea, pero se saltaron la segunda, pues no relacionaron esos hechos con otros cercanos y similares, aun cuando mostraran variaciones significativas. En lugar de eso pasaron de golpe al esquema imaginativo de la refrangibilidad diferencial de acuerdo con el color rígidamente fijado. Antes de especular, antes de recurrir a hipótesis como la refrangibilidad diferencial, deberían haber hecho acopio de una base completa de superexperimentos y tipos experimentales para su ciencia.

Creo que esta es también la solución al problema que plantea la resistencia de Goethe a la afirmación de Schiller de que la *Urpflanze* es una idea. La cuestión se puede reducir a lo siguiente: ¿son el superexperimento y la superexperiencia una idea o algo visto? ¿Es el experimento refractivo básico, en cuanto analizado en sus condiciones básicas y sus variaciones, ideado o visto? Lo cierto es que después de ver cómo evoluciona el experimento –alejando o acercando una pantalla al prisma, aumentando o disminuyendo el tamaño de la apertura, sustituyendo los prismas al tiempo que se disminuyen los ángulos refractarios– no tiene mucho sentido afirmar que lo único que se ha hecho ha sido desarrollar una idea. Ciertamente no es una idea, entendiendo por idea el hecho de pensar que hay innumerables partículas volando por el aire y siendo refractadas en diferentes grados según sus diferentes propiedades, generando así los colores. La superexperiencia parece estar más cerca del experimento singular que de la hipótesis de la naturaleza microscópica de la luz. De manera similar, un botánico que ha observado cómo miles de dicotiledóneas crecen bajo las circunstancias más diversas tiene un grado de comprensión sobre el desarrollo de las dicotiledóneas que no es una mera abstracción sino algo experimentado, una experiencia unificada.

[16] Véase HA 13: pp. 10-20.

6

En sus grandes publicaciones sobre ciencia, la meta de Goethe era metodológica. De acuerdo con ello, en sus *Beiträge* la principal crítica implícita hacia Newton y los newtonianos se basa en que habían fracasado a la hora de abarcar los fenómenos y de analizarlos de forma exhaustiva. Más que proporcionar un conocimiento detallado del reino de la naturaleza, seleccionaron unos cuantos experimentos que servían para confirmar su hipótesis imaginativo-especulativa. Descuidaron el paso intermedio en la manera correcta de hacer ciencia, lo que provocó que las deficiencias de la teoría fueran pasadas por alto y que se ignoraran otras aproximaciones que también se requerían para captar adecuadamente el fenómeno del color. Si uno se salta el segundo paso se coloca en una situación en la que la construcción imaginativa –yo también diría la construcción social– de la realidad se hace inevitable. Omitir el segundo paso significa dejar una laguna entre los hechos y las teorías; tal omisión es de hecho lo que origina esa laguna. Los hechos deben contextualizarse relacionándolos entre sí como superhechos –la superexperiencia de los superexperimentos y los superfenómenos– antes de introducir hipótesis especulativas.

A principios de la década de 1790, los estudios históricos de Goethe no habían avanzado lo suficiente como para adentrarse en los motivos por los que los físicos no estaban dispuestos a reexaminar los fenómenos básicos del color. Gradualmente llegó a reconocer dos de estos motivos: la política de la comunidad científica, y la existencia en los seres humanos de diferentes tendencias en la forma de concebir ideas *(Vorstellungsarten).* Al elaborar su argumentación sobre estos motivos, Goethe se convirtió en el mayor historiador de la ciencia del siglo XIX.

Ya en 1791 Goethe había empezado a leer algunos de los trabajos más importantes de los últimos 150 años sobre la óptica y el color. Fue a principios de 1798, en sus conversaciones y cartas con Schiller, cuando finalmente esquematizó el asunto, no sólo para la presentación didáctica del fenómeno del color, sino además para mostrar cómo las etapas y acontecimientos de la historia de cualquier ciencia se quedan grabados en sus teorías y en sus aproximaciones a la realidad.

En alguna otra parte he citado que, justo en el momento en que Goethe empezó a reconocer las complejidades introducidas por la historicidad de la ciencia, los científicos europeos caminaban en una dirección más positivista. Los ladrillos de la ciencia eran los hechos, los cuales habían de ser contrastados en dicotomía con la hipótesis y la teoría.[17] Los tres pasos del método de Goethe enunciados ya en su respuesta a Knebel en 1789 dejan claro que su concepción de la ciencia empezó siendo más matizada que la visión positivista, y se hizo más matizada aún con la acumulación de experiencia y visión histórica.

[17] Véase *Goethe contra Newton*, pp. 158-173.

Goethe reconoció, incluso antes de desarrollar su teoría de los *Vorstellungsarten*[18], que las ciencias necesitan ser organizadas de modo interdisciplinar, pues en general ninguna disciplina puede por sí sola estudiar exhaustivamente ni dominar cualquier tipo de fenómeno. Las ciencias se caracterizan por aproximarse a las cosas mediante principios conductores, técnicas e hipótesis; pero las cosas entran por sí mismas en múltiples, nuevas e inesperadas relaciones con otras cosas, especialmente si tenemos en cuenta los inventos del hombre y la innovación cultural. Goethe empezó a desarrollar esta faceta interdisciplinar por primera vez en la morfología. Según un apunte que escribió en 1795, para comprender las formas de los seres vivos se necesitaría la contribución de la historia natural, la teoría física, la anatomía, la química, la zoología, la fisiología y la morfología[19]. (¡Para que se diga que Goethe era enemigo declarado de la ciencia moderna!). En el caso del color, hizo notar que las investigaciones deberían empezar con una división tripartita básica de los fenómenos en aspectos fisiológicos, físicos y químicos.[20] Pero también era necesario investigar las relaciones significativas con la filosofía, con las matemáticas, con la práctica artística del tinte y la coloración, con la fisiología y la patología general, con la historia natural, con la física, con la acústica (con propósitos comparativos) e incluso con la lingüística (para comprender la naturaleza y la conmensurabilidad/inconmensurabilidad de la terminología[21]). Afirmó asimismo que debería emprenderse estudios sobre los efectos psicológicos del color sobre los seres humanos y aportó algunas observaciones preliminares con ese objetivo.[22]

El concepto de *Vorstellungsarten* presenta un nivel de refinamiento aún mayor. Incluso antes de 1798, Goethe había empezado a reconocer que los tres pasos del método no podían permanecer radicalmente separados. La persistente y vehemente oposición hacia sus ideas hizo que Goethe se preguntase si el poder imaginativo-especulativo que él quería posponer a la fase especulativa no entraría inevitablemente en acción ya durante el segundo, en el cual las experiencias verificadas de manera individual se ordenan en tipos coherentes. Sus estudios históricos presentan un desfile de enfoques diferentes que empezó a esquematizar en los *Vorstellungsarten*, tipos o modos de presentar y representar los fenómenos que expresan en definitiva modos fundamentales de experimentar los fenómenos.

La mayoría de las personas no posee un *Vorstellungsart* puro, sino que muestran más bien tendencia hacia unos y quizás aversión hacia otros. Así, tan solo por mencionar algunos *Vorstellungsarten*, ciertos investigadores se inclinan a observar los fenómenos en términos de su génesis; otros prefieren hacer-

[18] Formas de concebir ideas.
[19] HA 13: pp. 122-123.
[20] HA 13: pp. 329-475.
[21] HA 13: pp. 482-493.
[22] HA 13: pp. 494-521.

lo según la causalidad mecánica; otros tienden de modo inmediato a esquematizarlos matemáticamente, y otros piensan que debemos fijarnos en lo que llevan implícito. Rara vez puede descartarse cualquiera de esas tendencias como falsa a priori, aunque sean fructíferas en distinto grado y aunque algunas tengan más probabilidades de producir distorsiones y limitaciones que otras, incluso cuando pudieran tener cierto valor pragmático o heurístico.

La original noción de multidisciplinariedad de Goethe ha de ser ampliada: dentro incluso de una disciplina dada habrá distintas aproximaciones, no sólo porque cada investigador es un ser individual (poseemos tendencias de nacimiento, claro, y además estamos entrenados en concebir las cosas de determinada manera, por ejemplo al adquirir una disciplina científica), sino también porque las distintas maneras de concebir las cosas realzarán distintos fenómenos, problemas y conexiones, muchos de los cuales despertarán al menos inicialmente un legítimo interés. Por otra parte, en el segundo paso del método que propuso a Knebel, se organizarán conjuntos fenomenológicos coherentes según algún *Vorstellungsarten*, lo cual no debe ser simplemente identificado con una determinada especulación imaginativa acerca de la interconexión de los fenómenos, si bien tenderemos a privilegiar algunos y subestimar otros.

Pudiera parecer paradójico que, mientras desarrollaba un acercamiento a las ciencias sofisticadamente pluralista, Goethe decidiera publicar en 1810 *Zur Farbenlehre*, un polémico texto de doscientas páginas contra Newton. Por supuesto, la obra no contenía doscientas páginas de insultos; consistía en una lectura profunda, un análisis y una amplia crítica del primer libro de la *Óptica* de Newton y su forma de concebir los fenómenos. Es más, la doctrina de los *Vorstellungsarten* refuerza un poderoso elemento de pluralismo científico, pero no de relativismo, y mucho menos de relativismo cultural. Se puede comparar la organización de los fenómenos de un *Vorstellungen - sart* con la de otros, y lo que es más importante, con experiencias y experimentos más concretos, con superexperiencias y superexperimentos. A los argumentos se les puede tachar de exactos e inexactos, tendenciosos o desapasionados, fértiles o estériles, probables o improbables, posibles o imposibles, incluso verdaderos o falsos, especialmente cuando estamos en el nivel de los dos primeros pasos del trabajo científico. Y con la óptica de Newton, Goethe no estaba descartando por completo una aproximación a las cosas o un *Vorstellungsart*, sino intentando que los investigadores se librasen de sus predisposiciones conceptuales y simplemente abordaran una teoría repleta de problemas y que bloqueaba el acceso al color en cuanto color.

Un ejemplo más gráfico de la concepción que tenía Goethe de la diversidad de la ciencia lo encontramos en su intervención en la controversia entre Geoffroy de Saint-Hilaire y Cuvier, que tuvo lugar en la Academia Francesa de las Ciencias en 1830. Geoffroy, a quien la obra de Goethe había influenciado profundamente, estaba más cerca del tipo de morfología que se practicaba en Alemania, por lo que no es extraño que Goethe le defendiera. Pero no tomó partido a ciegas, y de hecho, de su crítica se desprende claramente que consideraba que a cada contrincante le convendría apoyar-

se en el otro, que los conceptos utilizados (en algunos casos acuñados durante el conflicto) requerían ser analizados, pulidos y corregidos, y que los métodos necesitaban ser ampliados. En particular, Goethe opinaba que el intento empecinado de Geoffroy de entender la estructura como algo alejado de la función es ilegítimo, que debía reconocer la esencial contribución de la función a la estructura morfológica, lo cual estaba tratado de modo decisivamente superior en la obra de Cuvier[23].

Me da la impresión de que la teoría contemporánea de la ciencia, lo que se conoce como filosofía de la ciencia en el mundo anglosajón, está infructuosamente atrapada en ciertas dicotomías de las que Goethe trataba de huir. Por ejemplo, todavía hay una enorme tendencia a dicotomizar lo que es hecho y lo que es concepto, a menos que uno sea un constructivista social y reduzca el primero al segundo. El fértil medio de tipos y superexperimentos de Goethe es virtualmente *terra incognita*. Es más, la filosofía deja de lado el hecho de lo fundamental que es para la ciencia la actividad socialmente formada, pero no obstante personal, de diversos individuos.

En su brillante estudio sobre Goethe y la controversia Geoffroy-Cuvier, Dorothea Kuhn expone que ya en la década de 1780, particularmente en su drama *Torquato Tasso*, Goethe había empezado a concebir las interacciones humanas y sociales según la caracteriología –la lógica del carácter personal–, algo que luego extiende a su forma de comprender la ciencia. Se me ocurre que podemos ir más allá. Podríamos concebir la caracteriología como una rama de la psicología moral, por usar un término anticuado, y entender que la historiografía de Goethe desarrolla la psicología moral de la ciencia. La psicología moral fue, permítanme recordarles, un acercamiento filosófico a la mente o al espíritu en sus aspectos éticos, y se practicaba de modo prominente en el siglo XVIII; era parte de una indagación dirigida primero a articular conceptos útiles para describir y analizar la constitución psicológica de los agentes morales y luego a examinar las cuestiones normativas involucradas en dichos conceptos. Los *Vorstellungsarten* se sitúan clara y precisamente bajo esta rúbrica. Conceptualizan la constitución psicológica de los agentes científicos y los asuntos normativos implicados en tal constitución. Nos permiten comprender las interacciones de los científicos en un nivel distinto al de la simple relación de hechos y teorías por un lado, y al de sucesos meramente contingentes e influencias por otro. Los *Vorstellungsarten* además nos permiten postular, para las comunidades científicas, normas de totalidad y extensión que sirven como una especie de idea reguladora.[24] Podría pensarse incluso que servirían de base a un nuevo tipo de filosofía e historiografía de la ciencia.

---

[23] Ver Kuhn: *Empirische und ideelle Wirklichkeit,* esp. pp. 93-106.

[24] Mi descripción está hecha con la intención de sugerir que existe una conexión directa entre Kant y la noción goethiana de *Vorstellungsarten*, una conexión que investigaré en una obra futura.

7. Mi última reflexión nos hace retomar el tema de la conferencia. Hace unos cuarenta años Hans Joachim Schrimpf expuso la serie de problemas que entrañan dos de las controversias de Goethe: su polémica con Isaac Newton y sus críticas al Romanticismo en el arte y la literatura. Concluyó que

> (...) las dos caras de un mismo conflicto se miran en ellas. En ambos casos se da en Goethe una implacabilidad que raya la injusticia, una implacabilidad alejada por lo demás de su naturaleza. En ninguno de los dos casos se dan problemas particulares o aislados, sino un asunto común y total. Resumiendo: la batalla de Goethe contra el subjetivismo romántico de introspección en el arte se corresponde exactamente con su decidida polémica contra las modernas ciencias naturales matemático-abstractas. Una es condición de la otra. Por un lado, el eternamente triste mundo exterior "objetivo", privado de alma y de sensualidad e interpretado por una ciencia natural mecánica en la que el ser humano ya no encuentra su hogar y se ve a sí mismo privado de su humanidad; por otro lado, una subjetividad completamente interiorizada que quiere rescatar lo personal y es por ello desterrada del presente, pierde el mundo que le pertenece por derecho propio y tiene que acabar en la desesperación.[25]

Al tiempo que simpatizo con los argumentos de Schrimpf, debo insistir en que ya es hora de abandonar los viejos hábitos conceptuales que nos dejan inevitablemente con un juicio exasperado acerca de la relación dicotómica entre el Romanticismo y la ciencia moderna. Pienso que la actitud crítica de Goethe hacia Newton y hacia el Romanticismo es más uniforme de lo que la retrata Schrimpf. La cuestión está precisamente en qué motivó su interés metodológico en la década de 1790: en qué punto y cómo pasamos de lo que experimentamos a lo que imaginamos. Insisto también en que la imaginación es precisamente la facultad psicológica (por usar de nuevo una terminología anticuada) que debe ser invocada. Y esto es así porque la imaginación no sólo era una clave entre los románticos, sino además la principal facultad humana. Goethe argumentó específicamente que Newton había dado rienda suelta prematuramente a su imaginación en su teoría de la óptica y del color.[26] Ello alinea la práctica de Newton –en la teoría de la óptica y del color– con la práctica general de los románticos (por cierto, hay que hacer notar que Goethe nunca hizo esta afirmación al referirse a la mecánica de Newton, más bien hizo la contraria). (¡Cuánta incapacidad poética, inmediata y sensual tenía Goethe para comprender los caminos de la ciencia moderna!). En la parte histórica de *Zur Farbenlehre*, Goethe proporcio-

---

[25] Hans Joachim Schrimpf, "*Über die geschichtliche Bedeutung von Goethes Newton-Polemik und Romantik-Kritik*", en *Gratulatio: Festschrift für Christian Wegner zum 70*. Geburtstag am 9 de Septiembre de 1963, ed. M. Honeit y M. Wegner, C. Wegner, Hamburg 1963, pp. 63-82; véase pp. 81-82.

[26] En "*Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt*", véase HA 13: pp. 10-20.

na una imagen más elaborada de los *Vorstellungsarten*, en particular de las tendencias mecánicas y matemáticas, que influyeron en la imaginación de Newton y en su concepción del color.

A lo largo de los siglos hemos perdido la costumbre de asociar la imaginación con las matemáticas y la ciencia. Digo esto a pesar de que podemos encontrar apreciaciones, desde D'Alembert hasta Steven Weingerg, acerca de que la imaginación es mucho más importante en la ciencia de lo que la mayoría de la gente cree. Voy a hacer una última consideración que he dejado entrever en otra parte: antes del periodo que se abre con la revolución científica, era común pensar en las matemáticas como una actividad de la imaginación; fue precisamente Descartes quien introdujo la geometría analítica como el uso más riguroso de la imaginación jamás concebido o practicado por los seres humanos.[27] Sin embargo, desde el siglo XVIII, la práctica de las matemáticas y su aplicación a las ciencias físicas se considera comúnmente una de las formas básicas de la racionalidad.

Tenemos así un caso de un cambio histórico fundamental –y no analizado– en una psicología moral tácita y sin embargo efectiva. Creo que es precisamente nuestra inveterada noluntad (¿o incapacidad?) para pensar sobre las consecuencias de este cambio lo que nos ha dejado en un callejón sin salida desde el punto de vista filosófico.

Goethe siempre ordenaba a sus amigos poetas y artistas: "¡Estudiad la naturaleza!", aunque sabía que los románticos, sin hacerle caso, escuchaban el canto de sirenas del infinito, de la concepción del ser humano como infinito, y por tanto, capaz de emular e incluso superar la naturaleza a través de los poderes ilimitados de la imaginación. Contemplar las situaciones de los románticos y de Newton frente a la Naturaleza me sugiere una afirmación que no es de Goethe sino mía. Al responder a las infinitas aspiraciones de la imaginación, los románticos tan solo estaban siguiendo de una manera exagerada el ejemplo de Newton con sus ambiciones universales respecto a la mecánica y en sus famosas cuestiones de la *Óptica*[28]. Todos ellos saltaron del primer paso –la intuición fragmentaria de experiencias básicas– a un inflado tercer paso, el logro de un cierto tipo de infinitud en la subjetividad (en Newton, desde luego, la infinidad alcanzada y dominada se debía a la ilimitada aplicabilidad de las matemáticas a todos y cada uno de los problemas de masa y fuerza en el universo de extensión infinita). Si estoy en lo cierto –ya que aquí lo he sugerido pero no lo he demostrado–, Newton fue el primer gran científico romántico. Probablemente Goethe no habría estado de acuerdo con esta conclusión en todo su alcance, especialmente porque admiraba los logros de la mecánica newtoniana. Sin embar-

[27] Váse Dennis L. Sepper, *Descartes's Imagination: Proportion, Images, and the Activity of Thinking,* University of California Press, Berkeley y Los Angeles 1966.

[28] No así Descartes, que comprendió la finitud esencial del ser humano y está más cerca de Sócrates y Goethe que del Neoplatonismo y Newton.

go estoy convencido de que, sobre la base de su caracteriología y su psicología moral de la ciencia, opinaría que tal afirmación podría, al menos, argumentarse con solidez.

Traducido del inglés por:
Germán García Martín
I.E.S. Saulo Torón

LA FISIOLOGÍA DE SCHOPENHAUER

Marco Segala
Uiversità degli Studi di L'Aquila

1. Fisiología y metafísica en Schopenhauer

Arthur Schopenhauer (1788-1860) no formó parte del movimiento romántico, pero con los románticos compartió algunas ideas fundamentales, como el papel fundamental de las artes en la articulación del saber y la identidad entre naturaleza y espíritu. En particular tomó de Schelling y de la cultura romántica la idea de *Natürphilosophie* (filosofía de la naturaleza) como ámbito del saber filosófico dentro del cual establecer una conexión auténtica entre verdad metafísica y conocimiento científico. Compartió con los científicos y los filósofos del periodo romántico la convicción de que los resultados de las ciencias debería formar parte de un sistema de conocimiento más general. Cuando Schopenhauer hablaba de ciencia, tenía siempre presente esta lección romántica. Y cuando trató de contribuir al desarrollo de una disciplina, la fisiología, se esforzó en mostrar el vínculo orgánico entre los descubrimientos fisiológicos y la filosofía a través de la filosofía de la naturaleza.

La importancia de la fisiología en el pensamiento de Schopenhauer deriva de la importancia del cuerpo como lugar privilegiado para la investigación filosófica que lleva al descubrimiento metafísico de que "*el mundo es voluntad*". Además, la fisiología adquiere relevancia en el paso de la metafísica a la filosofía de la naturaleza. Puesto que todo fenómeno de la naturaleza es definido por Schopenhauer como "*objetivación de la voluntad*", los organismos vivientes han de considerarse objetivaciones del querer, y precisamente las formas más elevadas de las objetivaciones. En el proyecto

de confirmar la verdad de la metafísica con los resultados de la investigación científica, la expresión más noble de la confirmación debería manifestarse dentro de la ciencia del ser viviente, la fisiología. A ella le corresponde tratar de explicar el misterio del nacimiento de la vida de acuerdo con un modelo epistemológico análogo al de las "*ramas de la ciencia natural, para las cuales es esencial el conocimiento de la causa y del efecto: éstas enseñan cómo, según una ley infalible, a un estado de la materia le sigue necesariamente otro estado determinado; cómo un determinado cambio es condición y causa de otro, igualmente determinado: esta prueba se llama explicación. Aquí encontramos principalmente mecánica, física, química, fisiología*"[1].

Los historiadores de la filosofía han reconocido el papel central que desempeña la fisiología en Schopenhauer y la han reconducido a la especulación filosófica. Han sostenido que la primacía del cuerpo, en el argumento que llevó a Schopenhauer a la metafísica de la voluntad, hay que entenderlo en términos filosóficos como primacía del sujeto, según la tradición de la tríada idealista Fichte, Schelling, Hegel. O bien han vuelto del revés el argumento y han hablado de "fisiologización" (que es un concepto filosófico, no fisiológico) de la noción idealista de representación. Schopenhauer habría abandonado el planteamiento trascendental de la gnoseología, derivado de Kant, para abrazar un paradigma filosófico cuasi materialista, expresado en algunos pasajes de los *Parerga und Paralipomena* (1851), en los que se habla de intelecto, el cual puede reducirse a la actividad del cerebro, se habla de cerebro, que es dependiente del organismo, se habla de pensamiento, que es segregado por el cerebro como los jugos gástricos por el estómago[2].

Pero estas son afirmaciones extrapoladas. Los textos de Schopenhauer en su conjunto, no concuerdan en tales conclusiones. El cuerpo no se puede reducir al puro sujeto, al Yo ideal. Por otra parte, el idealismo de la representación nunca llega a abandonarse ni a reducirse a la fisiología del cerebro. Schopenhauer era consciente de la distinción entre argumentos filosóficos, que conducen a una teoría de la conciencia idealista, y explicaciones científicas del proceso cognitivo. Justamente porque tenía clara esa distinción, Schopenhauer consideraba fundamental desarrollar una filosofía de la naturaleza en la que hacer confluir los conocimientos científicos y las verdades metafísicas. Sobre esa base se habría podido admirar la coherencia del sistema del "*mundo como voluntad y representación*".

Para comprender el papel de la fisiología en Schopenhauer es necesario examinar la filosofía de la naturaleza y sus fuentes, las aspiraciones científ-

[1] *Die Welt als Wille und Vorstellung*, § 17. El descubrimiento del mundo como voluntad en el propio cuerpo se encuentra en § 18 de *Die Welt als Wille und Vorstellung* (El mundo como voluntad y representación), 1819. La concepción de la confirmación científica de la metafísica de la voluntad está desarrollada en el volumen *Über den Willen in der Natur* (Sobre la voluntad en la naturaleza), 1836.

[2] *Parerga und Paralipomena*, vol. II, cap. 3.

ficas y las intenciones explicativas del discurso schopenhaueriano; hace falta apartarse de la lógica de una historia de la filosofía, para la cual sólo son relevantes los argumentos filosóficos. En este sentido, no versa sobre la "filosofía de la fisiología" en Schopenhauer, sino sobre sus contribuciones a la fisiología propiamente dicha. Él trató de trabajar como un científico y no se limitó a discutir algunos temas fisiológicos dentro de un discurso filosófico. Para comprender este significado de la fisiología en Schopenhauer es necesario examinar la historia de la disciplina, la concepción que el filósofo tenía de las ciencias, sus estudios concernientes a la fisiología de su tiempo[3].

2. Los estudios fisiológicos del joven Schopenhauer

Antes de matricularse en la facultad de filosofía de la universidad de Berlín, donde daban clase Fichte y Schleiermacher, Schopenhauer, había estudiado durante dos años, desde 1809 hasta 1811, en la facultad de medicina de la universidad de Gotinga. Gotinga había sido el centro de difusión de la cultura y de la ciencia alemana durante toda la segunda mitad del siglo XVIII. A principios del XIX el movimiento romántico había escogido como centro Jena y después Munich, pero en Gotinga enseñaban algunos de los científicos más importantes de la época: Johann Friedrich Blumenbach (1752-1840), el fundador de la antropología moderna, al que se le definió en la época como *magister Germaniae*; Karl Friedrich Gauss (1777-1855), profesor de astronomía y director del Observatorio Astronómico, llamado *princeps mathematicorum*; Friedrich Stromeyer, que había introducido la química de Lavoisier en Gotinga y había descubierto nuevos elementos químicos.

Schopenhauer siguió atentamente las lecciones de Blumenbach sobre historia natural, anatomía comparada y fisiología. Sus apuntes de clase son el resumen meticuloso de las palabras del profesor, que iniciaron al joven en las concepciones fisiológicas más recientes (desde Haller a Reil, desde Barthez a Gall) y en la reflexión sobre sus consecuencias filosóficas, como vitalismo y materialismo. Blumenbach desempeñó un papel relevante en la vida intelectual de Schopenhauer también en los años siguientes. La idea de una estrecha colaboración entre investigación científica y reflexión filosófica partió en un principio de Blumenbach, como se muestra en los apuntes de clase. Asimismo el interés por la comprensión del ser viviente estuvo orien-

[3] Estos son algunos temas de mis estudios sobre Schopenhauer: cfr. "Fisiologia e metafisica in Schopenhauer", *Rivista di filosofia*, LXXXV, n. 1, 1994, pp. 35-66; *I fantasmi, il cervello, l'anima. Schopenhauer, l'occulto e la scienza*, Olschki, Firenze 1998; "Schopenhauer è antischellinghiano?", *Rivista di Filosofia*, XCII, n. 2, (2001), pp. 235-265.

tado por Blumenbach, quien proporcionó al joven los instrumentos conceptuales para leer y comprender la literatura científica dedicada a la fisiología.

Por aquellos años la fisiología estaba asumiendo su identidad como disciplina autónoma. Se alejó de la práctica médica para fundar la medicina como ciencia; además desarrolló un proyecto científico de comprensión de los organismos que evidenciaba intersecciones con algunos temas de indagación filosófica inspirados por la *Crítica del juicio* de Kant y por la *Natürphilosophie* de Schelling. Esto aparece particularmente claro en la profesionalización de la fisiología promovida por Johann Christian Reil (1759-1813) y plasmada en su revista *Archiv für die Physiologie*, que se mantuvo activa desde 1796 a 1815.

En este contexto, que expreso necesariamente de manera simplificada, Schopenhauer desarrolló sus primeros intereses por la fisiología, orientados principalmente a colaborar con la reflexión filosófica centrada en el sujeto y en la relación, mediatizada por el cuerpo, entre sujeto y mundo. En los manuscritos de los años 1813-14 eso aparece con claridad: se alude al fisiólogo Carl Friedrich Kielmeyer (1765-1844), uno de los autores más citados por los representantes de la *Natürphilosophie*, porque se sirve de la concepción de polaridad para la comprensión del cuerpo humano, considerado activo entre los polos opuestos del cerebro y de los genitales (HNI, §§ 91 y 107)[4]; a Blumenbach se le cita por afirmar, desde un punto de vista fisiológico, "*the highest degree of asceticism… is the voluntary death by starva - tion*"[5] (HNI, § 99). Para aclarar algunos conceptos fundamentales de su filosofía –la vida, la voluntad de vivir, el aburrimiento– Schopenhauer se sirve de analogías fisiológicas: "*procreation is a will-to-live at a enhanced potential*"[6] (HNI, § 203); "*our walking is a continuously prevented falling; and in the same way the life of our body is a continuously prevented dying, and the alertness and activity of our minds a continuously deferred bore - dom*"[7] (HNI, § 117). También su tesis doctoral (1813), dedicada a la cuestión gnoseológica del principio de razón suficiente, estuvo continuamente integrada por argumentos concernientes a la fisiología de las sensaciones (HNI, §310).

---

[4] Las citas de los manuscritos ("Handschriftlicher Nachlass", vol. I) proceden de la edición inglesa: Schopenhauer, *Manuscript Remains*, traducido por E. F. J. Payne, vol. I, Berg, Oxford 1988.

[5] N. de T. "El mayor grado de ascetismo... es la muerte voluntaria por inanición".

[6] N. de T. "la procreación es una voluntad de vivir en un potencial intensificado".

[7] N. de T. "nuestro caminar es un caer constantemente evitado; y, de la misma manera, la vida de nuestro cuerpo es un morir constantemente evitado; y el estado de alerta y la actividad de nuestras mentes un aburrimiento constantemente aplazado".

3. La fisiología de los colores

El interés de Schopenhauer por la fisiología probablemente habría quedado reducido a esa clase de argumentos, generalmente conectados con temáticas filosóficas, si no hubiese sucedido un evento excepcional: el encuentro con Johann Wolfgang Goethe (1749-1832). De noviembre de 1813 a mayo de 1814 Schopenhauer frecuentó la casa de Goethe en Weimar y trabajó con él en una serie de experimentos de óptica, llevados a cabo según la concepción elaborada por el gran poeta en su monumental *Teoría de los colores* publicada en 1810. Por primera vez Schopenhauer no se limitó a estudiar y comprender un escrito, sino que se dedicó efectivamente a la investigación científica. En el transcurso de aquellos meses comprobó los límites de la óptica newtoniana e incluso llegó a poner en cuestión la concepción de los colores como objetos reales de Goethe. Por medio de observaciones y experimentos (HNI, §§ 179 y 455) se convenció de que la explicación de los colores está en la actividad de ver, no en la recepción pasiva de la radiación luminosa. Desarrolló la teoría que lo alejó definitivamente de Goethe, según la cual los colores son subjetivos, o bien son el producto de la actividad polar de la retina: "*we must start from the eye …, in other words from the affection of the retina, not from the means by which this affection is brought about, for the means are not the essential thing, but the affection itself is*"[8] (HNI, § 444).

El entusiasmo por la investigación llevó al joven Schopenhauer a escribir una obra que gozó de una cierta fama en los ambientes científicos de la época, *Sobre la vista y los colores* (1816). Esta vez no indagó en la fisiología para discutir temas filosóficos, aunque ella era el punto focal de la empresa. La fisiología de la visión proporciona la explicación de por qué vemos el mundo en color:

> "light and darkness are the affection or non-affection of the retina relative to their cause… The retina which is affected here and there by light, appears to be affected at opposite spots when the action of the light ceases; thus a white cross on a black ground gives us a black cross on a white ground when we look away. Here, of course, the retina was affected quantitatively only partially, but qualitatively wholly affected. That is to say the entire activity of the retina manifested itself, but not the activity of the entire retina. […] Colour, on the other hand, is to be regarded as a chemical mixture of light and darkness which entirely penetrate each other. Every spot of the retina on which they fall is affected by both of them. But for this reason it is not affected entirely by either of them; they affect the retina (where they fall on this) quantitatively entirely, but qualitatively only partially (in other words, they stimulate the activity of the entire retina, but not the entire activity of the retina).

[8] N. de T. "Debemos partir del ojo…, en otras palabras, de la afección de la retina, no de los medios por los que la afección se produce, dado que los medios no constituyen una cosa esencial, sino que lo es la afección en sí misma".

> They stimulated entirely one activity of the retina, but the rest not at all. And so after the cessation of their action, the activity of the retina excited by them falls back into the state of rest, but now the activity previously at rest bears alone the eye's entire vital force, and therefore a red impression is followed by a green spectrum, and so on"[9] (HNI, § 444).

En su libro de 1816 se describen con detalle los procedimientos experimentales de replicación para validar la teoría de los colores (*Sobre la vista y los colores*, cap. 5). Muchos de ellos tienen en cuenta los fenómenos de persistencia de la imagen en la retina y analizan cómo la actividad y el tránsito al estado de reposo de la retina modifican el color de la imagen registrada por la propia retina. El mismo enfoque fue seguido, en los mismos años, por Jan Evangelista Purkinje (1787-1869), cuyos resultados sobre la importancia de la actividad del aparato visual para el reconocimiento de los colores obtuvieron un inmediato consenso. También fueron apreciados los estudios de Schopenhauer sobre la fisiología de la visión y sobre la componente fisiológica de la naturaleza de los colores: en una conferencia solemne en la Academia de las Ciencias de Munich, el 12 de octubre de 1824, Ignaz Döllinger (1770-1841) citó a Schopenhauer entre los protagonistas de la investigación sobre la fisiología de la visión junto a Purkinje; y en 1830 Justus Radius publicó, en versión latina, una reelaboración abreviada del libro sobre los colores en una colección de escritos médicos y fisiológicos sobre oftalmología[10].

---

[9] N. de T. "la luz y la oscuridad son la afección o no afección de la retina respecto a su causa... La retina, que queda afectada aquí y allá por la luz, parece estar afectada en sitios opuestos cuando cesa la acción de la luz; así, una cruz blanca en un suelo blanco nos da una cruz negra sobre un suelo blanco cuando apartamos la mirada. En este caso, por supuesto, la retina estaba afectada cuantitativamente sólo de manera parcial, pero cualitativamente afectada por completo; es decir, toda la actividad de la retina manifestada en sí misma, pero no la actividad de toda la retina. [...] El color, por otra parte, se considera como una mezcla química de luz y oscuridad que penetran por completo la una en la otra. Cualquier lugar de la retina en que inciden es afectada por ambas. Pero por esta razón no es afectada completamente por una de ellas; ellas afectan cuantitativamente la retina (en la parte de ella en que inciden) por completo, pero cualitativamente sólo de manera parcial (en otras palabras, estimulan la actividad de toda la retina, pero no toda la actividad de la retina). Estimulan por completo una actividad de la retina, pero en absoluto el resto. Y así, después de haber cesado su acción, la actividad de la retina excitada por ellas regresa al estado de reposo, pero ahora la actividad previamente en reposo soporta sola toda la fuerza vital del ojo, y, por tanto, una impresión roja va seguida de un espectro verde, y así sucesivamente".

[10] Ignaz Döllinger, *Von der Fortschritten, welche die Physiologie seit Haller gemacht hat. Eine Rede gelesen in der zur Feier des allerhöchsten Namensfestes Sr. Majestät des Königs am 12ten October 1824 gehaltenen festlichen Sitzung der Königl. Akademie der Wissenschaften von Dr. Ignaz Doellinger*, Lindauer, München 1824. Schopenhauer, *Commentatio undecima exponens Theoriam Colorum Physiologicam, eandemque primariam*, en *Scriptores Ophthalmologici minores*, volumen tertium, edidit Justus Radius, Sumptibus Leop. Vossii, Lipsiae MDCCCXXX, pp. 1-56.

El límite de la obra *Sobre la vista y los colores* estuvo en su declaración antinewtoniana. Los capítulos 8 y 10 desarrollan una confrontación detallada entre la concepción y los experimentos de Schopenhauer y la concepción y los experimentos de Newton, en un tono polémico de claro origen goethiano, que describe la *Óptica* newtoniana como una colección de errores conceptuales y experimentales. El tono y el argumento quizá hubieran obtenido mayor éxito en los primeros años del siglo, en Jena, donde brillaba la estrella de los científicos románticos. En 1816, después de que la *Teoría de los colores* de Goethe hubiera sufrido ya severas críticas por no reconocer los méritos y los hallazgos de la concepción newtoniana, Schopenhauer no podía ambicionar mucho más de lo que había obtenido; también porque, tras haberse alejado de Goethe, se había quedado solo en la defensa de su investigación y sus descubrimientos.

4. La neurofisiología y los poderes de la *psiche*

La redacción de *Sobre la vista y los colores* ocupó los meses siguientes a su partida de Weimar, acaecida en mayo de 1814, y tras su traslado a Dresde. Se trató del período más importante para el joven filósofo, en cuanto que estuvo marcado por el descubrimiento de que la esencia del mundo es la voluntad y por la elaboración de su sistema filosófico. Junto a la especulación metafísica, la fisiología continuó siendo una presencia importante, un sector de las ciencias al que Schopenhauer se dedicó con el espíritu del investigador, interesado en aportar contribuciones originales. La fisiología de la visión había planteado interrogantes a los cuales el joven quiso encontrar respuestas: la relación entre la vista y los otros cuatro sentidos, la relación entre los sentidos y la percepción, la fiabilidad de los sentidos en la mediación entre el cuerpo y el mundo. En el primer escrito sobre la teoría de los colores (que se remonta al periodo de Weimar) Schopenhauer había declarado que la respuesta a la interrogante sobre la naturaleza material de la luz exigía un análisis inicial no sólo de la vista, sino también de los otros sentidos (HNI,§ 179). En los meses siguientes comenzó la investigación, con un enfoque tradicional, que partía del planteamiento hecho por Blumenbach en el transcurso de sus lecciones y que recogía la gradación usual de los sentidos: vista, oído, olfato, gusto y tacto (HNI, §§ 282, 310, 388, 460).

Muy pronto el campo de investigación se amplió. La literatura científica más reciente le mostró al joven estudioso que un nuevo campo de investigación, que habría permitido un nuevo enfoque a las cuestiones concernientes a los sentidos y las sensaciones, se estaba imponiendo: la neurofisiología. Los nombres más importantes de este sector eran los de Reil, Samuel Thomas Soemmerring (1755-1830), Franz Joseph Gall (1758-1828), Charles Bell (1774-1842), François Magendie (1783-1855). Sus investigaciones habían mostrado que la investigación científica estaba

madura para afrontar una de las cuestiones más complejas referidas a nosotros mismos: la naturaleza de la conciencia y del pensamiento. El estudio anatómico del cerebro y la localización de sus funciones habrían permitido revelar el alma. Schopenhauer estaba documentado: había conocido la doctrina de Gall a través de las lecciones de Blumenbach, discutió la relación entre mente y cerebro con una metáfora neuroanatómica que remite al libro de Soemmerring *Sobre el órgano del alma* (1796) (HNI, § 570), leyó los ensayos de Reil, publicados entre 1807 y 1812 en *Archiv für die Physiologie*, dedicados a la anatomía y a la fisiología del cerebro y del cerebelo. En particular fue un artículo de Reil, publicado en 1807 y dedicado al sistema nervioso ganglionar y a su relación con el sistema nervioso central, el que lo dirigió hacia una nueva investigación, una investigación que lo habría de ocupar el resto de su vida[11].

Entre los manuscritos de 1815 encontramos la "*Suggestion of an Explanation of Animal Magnetism*", que parte del ensayo de Reil para elaborar una hipótesis explicativa de los fenómenos enigmáticos evidenciados por individuos sometidos a magnetización. Fue Franz Anton Mesmer (1734-1815) quien acuñó el término "magnetismo animal" y quien elaboró una teoría según la cual hay un fluido en los organismos análogos al magnetismo mineral que determina el estado de salud y enfermedad. Obrar sobre el fluido, por parte de un médico dotado de tal capacidad, es la terapia indicada para un amplio espectro de enfermedades relacionadas con los equilibrios humorales y psíquicos, que la naciente psiquiatría definía como "enfermedad del alma" y que degeneraban en eso que hoy llamamos conflictos psicosomáticos. La práctica magnética, una especie de hipnosis *ante litteram,* que producía un estado análogo al del sonambulismo, daba lugar a fenómenos extraordinarios: el sujeto magnetizado mostraba capacidades físicas fuera de lo común, como la visión a distancia, la previsión del futuro, la conversación con las almas difuntas. Los neurofisiólogos, que pretendían revelar el alma, consideraron el magnetismo animal un banco de prueba fundamental: la comprensión del sistema nervioso debía explicar no sólo el funcionamiento normal, sino también las alteraciones de las facultades mentales, tanto las patológicas como aquellas extraordinarias mostradas por los "sonámbulos magnéticos".

El ensayo de Reil tuvo gran importancia de cara a orientar la investigación sobre los fenómenos magnéticos y fue muy apreciado en el ámbito de la denominada "ciencia romántica". La dinámica entre el sistema ganglionar y el sistema nervioso central podía concebirse según el modelo de la polaridad, que era un concepto fundamental en la visión romántica del mundo. Gracias a Reil, el magnetismo animal abandonó el horizonte de investigación de la física y se convirtió en objeto de investigación privile-

[11] Reil, "Ueber die Eigenschaften des Ganglien-Systems und sein Verhältnis zum Cerebral-Systeme", *Archiv für die Physiologie*, 7, (1807), pp. 189-254.

giado para quienes, como los románticos, pretendían comprender la naturaleza a partir del hombre. También Schopenhauer, aun sin pertenecer al movimiento romántico, compartía este enfoque del hombre hacia la naturaleza y no de la naturaleza hacia al hombre. No resulta sorprendente que hubiera concentrado su atención en Reil y en el campo de investigación del magnetismo animal.

Schopenhauer partió de Reil y propuso un dualismo entre sistema nervioso central y sistema nervioso ganglionar que explicaba la contraposición entre las actividades mentales normales y los fenómenos psíquicos extraordinarios de los sujetos magnetizados. Tal hipótesis fisiológica reflejaba la doble naturaleza del cuerpo (y del mundo) como representación y voluntad. La magnetización "*decreases the power of the brain and increases exclusively that of the ganglionic system*"[12], y, puesto que la actividad del sistema ganglionar es la vida vegetativa, es "*the will itself*"[13], "*the marvel of magnetism consists in its opening to knowledge the doors to the secret workshop of the will*"[14] (HNI, § 502). La hipótesis no era original y Schopenhauer era consciente de ello. Muchos filósofos habían usado de manera análoga el artículo de Reil. Además, las siguientes investigaciones de Reil y de otros neurofisiólogos habían puesto en duda la posibilidad de un aislamiento absoluto del sistema ganglionar respecto al sistema nervioso central, y sin el aislamiento la explicación del magnetismo animal se debilitaba.

Como consecuencia, Schopenhauer dejó de lado la hipótesis y en los años posteriores estuvo atento a los desarrollos de la neurofisiología para tratar de elaborarlo en el interior de una mejor teoría que pudiera explicar las capacidades normales y extraordinarias de la *psique*. Sólo terminó de elaborar tal teoría treinta y seis años después en el "Ensayo sobre las visiones del espíritu", que forma parte del primer volumen de *Parerga und Paralipomena* (1851), y la conjugó con la metafísica de la voluntad de acuerdo con los principios de su filosofía de la naturaleza. También en 1851 se alude a una distinción entre sistema nervioso central y sistema nervioso simpático, el uno encargado de la vida animal y el otro de la vida vegetativa. Pero en el origen de los fenómenos mesméricos no está el sistema nervioso simpático, sino el cerebro. El cerebro, durante la vigilia, está sometido a estímulos que provienen del exterior, pero durante el sueño o el adormecimiento provocado por la magnetización recibe con claridad sensaciones de los órganos internos. Ellas, en cuanto que proceden del interior, provocan una actividad cerebral que va en dirección contraria a la del estado de vigilia. Tal actividad puede ser tan fuerte que rompa el aislamiento del cerebro

[12] N. de T. "*disminuye el poder del cerebro e incrementa exclusivamente el del sistema ganglionar*".

[13] N. de T. "*la voluntad en sí misma*".

[14] N. de T. "*la maravilla del magnetismo consiste en su abrir al conocimiento las puertas del taller secreto de la voluntad*".

y que lo ponga en conexión con el exterior a través del cerebelo, que las investigaciones fisiológicas han mostrado que es el coordinador de los movimientos. Por esta razón el sujeto magnetizado puede interactuar con el ambiente externo y puede ser sometido a experimentos. Sus extraordinarias capacidades de previsión, visión a distancia, comunicación extrasensorial están inducidas, en cambio, por la acción directa de la voluntad, favorecida por el estado fisiológico alterado. En otras palabras, la fisiología explica cómo los fenómenos "paranormales" pueden suceder, pero su causa originaria no es natural, sino metafísica.

5. Autonomía y relevancia filosófica de la fisiología

El estudio de la fisiología y la elaboración de teorías fisiológicas por parte de Schopenhauer muestran con qué cuidado se dedicaba a la investigación científica y cuánta atención ponía en no confundir los discursos científicos con los metafísicos. La teoría del fundamento fisiológico de la visión y de los colores o la teoría del cerebro como órgano productor de los fenómenos ocultos no son la expresión de una lógica reduccionista o materialista. Admitir que las operaciones intelectuales se pueden explicar científicamente en términos neurofisiológicos no significa, para Schopenhauer, reducir la gnoseología a la fisiología. La doctrina filosófica de la representación y la metafísica de la voluntad no quedan sustituidas por las teorías fisiológicas, sino que entran en conexión con las teorías fisiológicas para proporcionar una "filosofía de la mente" auténticamente explicativa, no limitada al mundo conceptual ni al mundo material. Como se afirma explícitamente en el libro *Über den Willen in der Natur* (1836), la "verdadera fisiología" no está en contraste sino en armonía con la "verdadera metafísica"[15].

Es esta la razón fundamental del entusiasmo que Schopenhauer manifestó por *Recherches physiologiques sur la vie et la mort* de Marie-François-Xavier Bichat (1771-1802) y *Rapports du physique et du moral de l'hom - me* de Pierre-Jean-Georges Cabanis (1757-1808)[16] En estas dos obras observó el desarrollo de una concepción científica que corregía todos los errores de la fisiología de origen cartesiano (dualismo y materialismo reduccionista) y que ponía a la fisiología en oposición a la verdadera metafísica. En las *Recherches* Bichat había escrito que la inteligencia humana no tiene acceso al conocimiento de las causas primeras, sino que los principios de la naturaleza sólo pueden conocerse con certeza a partir de las causas primeras, ya que son efectos generales de las mismas. Advertía, por tanto, que la

[15] *Ueber den Willen in der Natur*, cap. 1.

[16] Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, Brosson, Paris 1800 (an VIII). Cabanis, *Rapports du physique et du moral de l'homme*, De Crapelet, Paris 1802 (an X).

investigación de la conexión entre causas primeras y principios generales puede llevar fácilmente al error e invitaba a no pretender atribuirles verdad a las primeras, sino sólo a los segundos, evaluables directamente sobre la base de la "experiencia rigurosa"[17]. Schopenhauer subrayó estas observaciones en la copia que él tenía de la obra, ya que en ellas reconocía sus concepciones sobre la relación entre verdad científica y verdad metafísica. Con la aplicación correcta de la metodología científica el científico podía llegar a entrever la existencia de realidades originarias que encerraban el sentido esencial de las relaciones fenoménicas. Sin embargo, no podía comprender o definir científicamente la esencia, y por este motivo debía reconocer la necesidad de un diálogo con la metafísica. La ciencia podía "confirmar" a la metafísica sólo en la medida en que la metafísica podía proporcionar una comprensión, en términos de esencia, de las realidades estudiadas por la ciencia.

En todo esto no hay traza de la "fisiologización" de la gnoseología, no hay reduccionismo ni materialismo. Los estudiosos de Schopenhauer han hablado con frecuencia de la importancia de Bichat y Cabanis para la obra del filósofo, pero por un motivo equivocado. Han interpretado la fisiología de Schopenhauer como un instrumento para discutir cuestiones filosóficas: el materialismo, el espiritualismo, el reduccionismo, el vitalismo. En cambio, la fisiología fue para él un campo de investigación fecundo, al cual dedicó sus capacidades para comprender algunos aspectos excepcionalmente importantes de la vida humana: la visión de los colores y los fenómenos extraordinarios del magnetismo animal. Además, fue para él la disciplina científica que, antes que cualquier otra, podía mostrar la validez de la metafísica de la voluntad desde un punto de vista empírico. La fisiología de Schopenhauer es el fruto de una elaboración intelectual que tiene sus fuentes en Goethe, en el movimiento romántico, en las filosofías de la naturaleza de Kant y de Schelling; o bien en la concepción de que la investigación científica, junto con la filosofía y las otras formas de expresión del espíritu humano, puede contribuir a descubrir y explicar el sentido de nuestra vida.

Traducción del italiano de Joaquín Gutiérrez Calderón
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia

[17] Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort* cit., pp. 73-74.

ROMANTICISMO Y CIENCIA: EL CASO DE FRANZ ANTON MESMER[1]

Gereon Wolters
Universität Konstanz

1. Introducción

En su larga historia la filosofía ha construido profundas divisiones de la realidad: materia y espíritu, cuerpo y alma, bueno y malo, y así sucesivamente. Leibniz, entre otros, ha dado a tales concepciones un giro metodológico que ha sido adecuadamente denominado "Metodología de doble dirección".[2] Según Leibniz, hay dos áreas fundamentalmente diferentes de experiencia – la material y la espiritual– ambas accesibles al conocimiento humano. Todo lo que tenemos que hacer es escoger el método apropiado en cada caso. Esto es, la ciencia natural para el terreno material y la metafísica para el espiritual.

La ciencia moderna tiene una clara tendencia a reducir la Metodología de doble dirección a uno sólo: el enfoque mecanicista de la ciencia natural. El terreno de lo espiritual queda, en esta perspectiva, fuera del alcance de la ciencia o tiene que ser reducido a la ciencia natural.[3] Yo considero a la ciencia romántica como una protesta holística contra el predominante espíritu

---

[1] Este artículo es una versión ampliamente revisada y reelaborada de Wolters (1988) y (1989). Agradezco el valioso debate que tuvo lugar en el Symposium de Maspalomas y, en particular, las contribuciones de Friedrich Steinle.

[2] Butts (1984)

[3] Como es bien sabido, el enfoque de Kant puede ser considerado como una especie de compromiso: La metafísica está todavía allí de alguna manera, pero se reduce a una serie de demandas de la razón para regularizar y metodizar la investigación humana

reduccionista de la ciencia.[4] En Alemania esta protesta estuvo conectada con el trabajo del filósofo idealista Schelling, y más tarde fue denominada *Natürphilosophie* (romántica). El objetivo de la ciencia romántica en el espíritu de Schelling es la comprensión de la verdadera esencia de la Naturaleza. La investigación empírica destapa sólo parte de él, o mejor dicho: cubre, más que desvela, la verdadera naturaleza de las cosas. El objetivo de la ciencia romántica, sin embargo, es restituir la unidad original del Espíritu y la Naturaleza. Según la ciencia romántica las leyes de la Naturaleza han de concebirse como la expresión en el plano empírico de las leyes del mundo espiritual que están de alguna forma detrás de las cosas empíricamente accesibles.

El magnetismo animal o mesmerismo, como es llamado en honor de su inventor, el médico Franz Anton Mesmer (1734-1815), tiene su origen en el primer informe de Mesmer sobre curaciones magnéticas en 1775 (Mesmer 1775). Sólo más tarde fue recibido como una contribución importante a la ciencia romántica y fue muy alabado por gente como el propio Schelling, pero también por Fichte e incluso Schopenhauer. Esta recepción del Mesmerismo como ciencia romántica se halla en notorio contraste con las propias opiniones de Mesmer y con el modo en que se entendieron sus enseñanzas en la primera fase de su recepción, es decir durante algo más de treinta años después de que Mesmer hubiera publicado un primer esbozo de su teoría en 1775.

En este artículo me gustaría empezar haciendo un esbozo de las concepciones de Mesmer y sus resonancias (sección II). Luego –en la sección III– abordaré el problema de la demarcación entre ciencia y pseudociencia. Con respecto al Mesmerismo, este problema encontró una solución viable en un informe de la Academia de las Ciencias de París en 1784, informe basado en los principios de la práctica científica exitosa en el que se niega al enfoque romántico de Mesmer el estatus de auténtica ciencia natural.

2. La doctrina de Mesmer

Las opiniones de Mesmer pueden agruparse en tres áreas distintas: (a) una *teoría comprensiva* que abarca una variedad de fenómenos astronómicos, físicos y orgánicos (TAM); la especialización de esta teoría en una *teoría médica:* la nosología (en adelante abreviada NAM); y finalmente una práctica de sanar basada a su vez en su teoría nosológica del magnetismo animal (al que yo naturalmente llamaré HAM).

[4] El aspecto holístico de la ciencia romántica ha estado siempre presente en la investigación histórica. Por ejemplo, constituye el núcleo del penetrante análisis de Köchy (Köchy 1997) y también el de Stefano Poggi (2000), p.26, que ya señaló este aspecto de la ciencia romántica.

Cuando el propio Mesmer considera la TAM como 'teoría', se halla de acuerdo con el uso común del lenguaje cotidiano, donde casi todo lo que no se limita a mera descripción puede llamarse teoría. Mesmer era un profesional médico de éxito, pero no un gran estudioso. Su teoría TAM permanece extrañamente oscura, aunque la elaboró en una serie de artículos y folletos. Esto es de lo más sorprendente, ya que él mismo consideraba la TAM como una teoría mecanicista de fluidos, del tipo tan altamente valorado por los físicos del siglo XVIII como un medio de explicar fenómenos como la electricidad, el calor y el magnetismo mineral. Las teorías de fluidos conciben éstos y otros fenómenos como resultado del movimiento de las materias más sutiles, invisibles e imponderables, llamadas *fluida* en latín. Sus movimientos van a ser descritos por medio de la mecánica de los cuerpos fluidos.[5] Rudolf Tischner, quizás la persona más conocedora del trabajo de Mesmer, sostiene la opinión convincente de que la TAM es en principio una mera versión mecanicista de la antigua teoría mágica magnética de la medicina. Esta teoría sólo había precedido a la de Mesmer bajo la forma de vitalismo.[6] En su *Mémoire sur la découverte du magnétisme animal* (París 1779), Mesmer resume la TAM en 27 proposiciones cortas. Las más importantes son: (i) Existe una multitud de interacciones mecánicas entre los cuerpos celestes, la Tierra, y los organismos vivientes (proposición 1 = p 1). Desconocemos aún una expresión regulada de tales interacciones. (ii) El medio de estas interacciones, a las que también pertenece la gravitación, es un fluido sutil universalmente disperso, que me gustaría llamar FLAM (el fluido del magnetismo animal). (iii) Todos los eventos en el cosmos de Mesmer ocurren en lugares donde el FLAM está distribuido irregularmente. En el caso terrestre, la Luna tiene la mayor influencia en la distribución desigual del FLAM. Su acontecer tiene una periodicidad comparable con el flujo y reflujo de las mareas. (iv) En la Tierra todas las características de los cuerpos, tanto animados como inanimados, están influidas por los efectos de los cuerpos que los rodean, así como por los cuerpos celestes. El FLAM es el medio que interviene en estos efectos. (v) Los organismos animales (incluyendo al hombre que es un animal) revelan una receptividad especial para efectos mediados por el FLAM, aunque la naturaleza de la receptividad puede diferir de un organismo a otro. La interacción entre los cuerpos y organismos animales mediados por el FLAM afecta a los nervios. Estos efectos son polares y análogos al magnetismo común. Por esta razón la

[5] A la vista de la declaración de que el TAM es parte de una ciencia mecanicista, es sorprendente que no se haya encontrado un relato cuantitativo o numérico en los escritos de Mesmer. También faltan diagramas completos, de los cuales no hay escasez en los libros de física del siglo XVIII.

[6] Tischner (1928, p.71). Así, por ejemplo, la teoría del médico escocés del siglo XVII William Maxwell es casi idéntica al TAM de Mesmer, si uno reemplaza la terminología vitalista de Maxwell por la mecanicista de fluidos sutiles de Mesmer. F. A. Pattie (1956) menciona otro punto de similitud.

receptividad para el fluido FLAM se llama 'magnetismo animal' (pp. 9,10). (vi) No sólo los animales poseen esta receptividad, es decir, el magnetismo animal. Las plantas y los objetos inanimados, como el agua y los minerales, también poseen magnetismo animal. A estas alturas, debo hacer un comentario terminológico. Mesmer usa las palabras 'magnetismo animal ' en dos sentidos diferentes. Hasta ahora, se ha usado para referirse a la receptividad general de los cuerpos naturales para el fluido universal FLAM, haciéndolo una característica de los cuerpos naturales. A este significado original de 'magnetismo animal', Mesmer agrega otro y más importante (p.20)[7]. Según esta concepción, 'el magnetismo animal' no sólo se refiere a la característica de los cuerpos naturales para ser receptivos al fluido, sino también a la forma especial que el FLAM, distribuido a lo largo del universo, asume en los organismos animales. Para ser breves, yo me referiré al fluido general FLAM, cuando ocurre en los organismos animales, como 'ANMAG' en lugar de 'magnetismo animal'. ANMAG es el punto focal tanto del NAM como del HAM. (vii) El ANMAG tiene las siguientes propiedades físicas: (a) como la electricidad, el ANMAG puede acumularse, almacenarse, y transportarse (pp. 12, 17); (b) el ANMAG puede actuar a distancia sin la necesidad de un conductor (p. 14); (c) el ANMAG puede transmitirse y amplificarse por el sonido (p. 16); y (d) el ANMAG puede reflejarse y amplificarse por los espejos.

La teoría nosológica-médica de Mesmer, NAM, normalmente puede caracterizarse como una variante de la patología humoral habitual en la antigüedad clásica, particularmente en Galeno.[8] Para Mesmer, la salud consiste en una relación armoniosa –que depende de la edad– entre movimiento y solidificación, especialmente la solidificación muscular.[9] Según Mesmer el movimiento se sostiene por 'un fuego de vida' invisible recibido por los seres humanos al nacer. Define la enfermedad como una inactividad muscular resultado de una solidificación que excede la solidificación típica del envejecimiento. La actividad muscular perturbada es a su vez responsable de obstrucciones en la circulación de los humores corporales. Los síntomas de las enfermedades son resultado de estas obstrucciones. La causa de las enfermedades, la solidificación anormal de los músculos, proviene de un deficiente 'fuego de vida'. La extinción completa de la llama significa, finalmente, la muerte del organismo.

La práctica terapéutica de Mesmer –HAM, basada en el TAM y el NAM– no es difícil de imaginar. En términos estructurales, se relaciona estrechamente con las concepciones terapéuticas iatromecánicas prevalecientes en la época.[10] El fuego de vida no es otra cosa que el ANMAG. El

---

[7] Cf. Mesmer (1800, p.31 s)

[8] Cf. Rothschuh (1978, pp.185ss.)

[9] Cf. Schott (1982, p.205 ss.) con referencia a Mesmer (1814, p.166)

[10] Cf. Rothschuh (1978, p.224); Schott (1982, p.241).

arte de la medicina consiste en que el médico concentra el ANMAG en su propio cuerpo y lo transfiere al de su paciente. La transmisión afecta a los nervios del paciente, pone en movimiento a los músculos e infunde al paciente el fuego de vida. Esto finalmente produce la circulación ordenada de los fluidos corporales y la restauración de la salud. Hasta aquí las concepciones de Mesmer sobre TAM, NAM, y HAM.

Mesmer siempre y con vehemencia consideraba estas tres concepciones como una contribución al estudio científico serio de la física y la medicina de su tiempo. Esto significa que él veía sus esfuerzos como parte de la ciencia mecánica. El deseo de Mesmer en 1775 de que los organismos científicos destacados de entonces investigaran en serio la naturaleza científica del magnetismo animal sólo se cumplió diez años después, en 1784 en París. Pero su solicitud de investigación se llevó a cabo de forma diferente a lo que Mesmer había esperado y deseado. Porque hacia 1784 el TAM, el NAM, y el HAM ya no eran las ideas de un desconocido médico vienés que luchaba por el reconocimiento casi oficial entre la comunidad científica. Por el contrario, el mesmerismo en 1784 era una causa célebre muy polémica que tuvo al *todo París*, hasta los mismísimos salones de Maria Antonieta, conteniendo la respiración.

3. El Informe de París

El 12 de marzo de 1784, Luis XVI, rey de Francia, visitó a "*los médicos* [escogidos por la facultad médica de la universidad de París] *de Borie, Sallie, d'Arcet y Guillotin para que investigaran las curas que el Sr. Deslon* [médico y seguidor de Mesmer] *estaba aplicando y le remitieron un informe sobre esto. A solicitud de los cuatro médicos, cinco miembros de la Academia Real de Ciencias, los señores Franklin, Bailly, le Roi, de Borie, y Lavoisier, fueron también nombrados por su majestad*."[11] La tarea de la comisión consistió en determinar dos puntos acerca de la cuestión de si las enseñanzas de Mesmer eran parte del campo dominado por la metodología mecánica: (1) examinar la existencia de fluidos animales dentro de los límites de la teoría TAM, y (2) examinar el valor terapéutico del HAM.

Los señores antes mencionados empezaron a trabajar bastante laboriosamente y, divididos entre la facultad médica y la Academia, ya habían preparado informes separados, generales y extensos, en agosto de 1784. El

[11] Bericht (1785, p.15). Sólo dos miembros de la comisión de la Academia que desempeñaron un rol decisivo en la preparación del informe final vivieron la revolución francesa cinco años después. Fueron el astrónomo y más tarde alcalde revolucionario de París, Jean-Sylvain Bailly, y el exitoso (no sólo como recaudador de impuestos) Antoine-Laurent de Lavoisier, considerado como el padre de la química moderna. Irónicamente estos dos individuos fueron ejecutados con la máquina denominada guillotina en honor de su colega de la comisión, Guillotin.

informe de los médicos, sin embargo, es comparativamente débil y un poco difuso, mientras que el informe de los miembros de la Academia, escrito en su mayor parte por Lavoisier[12], era muy general y analizaba y razonaba con precisión. A pesar de toda esa precisión en la argumentación, sin embargo, está claro que en 1784 nos encontramos en una época que proclama ser ilustrada, pero no democrática, puesto que pertenecía a la comisión de médicos un miembro adicional sobre quien nada se menciona en el informe, ni siquiera en la lista de los miembros de la comisión. Y sin embargo en el París de 1784 la publicación de un voto discrepante oficialmente suprimido todavía era posible: casi al mismo tiempo que se imprimió el informe, el distinguido botánico y médico Antoine-Laurent de Jussieu publicó su opinión discrepante, la cual no estaba de acuerdo con el rechazo del mesmerismo por ambas comisiones.[13]

Los informes de la comisión sobre el mesmerismo nos ofrecen un material histórico virtualmente único para el examen de las tesis de la filosofía contemporánea acerca de la delimitación entre ciencia y pseudociencia. Una comisión formada en parte por personas muy cualificadas intenta examinar una nueva teoría. ¿En qué va a basar su juicio? ¿Dependerá de criterios internos de metodología y racionalidad científica válidos por sí mismos? ¿O basará su decisión sólo en criterios racionales ostensibles, que son en realidad criterios externos extraños, tales como el oportunismo político? De hecho esta última posibilidad se presenta en el caso de Mesmer. Pues los miembros de la comisión deben haber sabido que los jefes del gobierno desconfiaban del mesmerismo. Tenían que saber que el informe que se les exigía era el apoyo científico para la inminente prohibición gubernamental del mesmerismo. No importaba mucho que al mismo tiempo el mesmerismo tuviera también un grupo de partidarios en la corte y entre la nobleza.

Debería quedar claro, sin embrago, que la cuestión "ciencia *versus* pseudociencia" no era exactamente un problema de interés en la ciencia y la filosofía del siglo XVIII. Es, más bien, un problema que surge en el contexto de la moderna filosofía de la ciencia. Por tanto, en lo que sigue, voy a reconstruir el tema de la verdad de una teoría en el siglo XVIII, la existencia de ciertas entidades y la eficacia de una cierta cura como un caso de ciencia *versus* pseudociencia. Esta reconstrucción me parece no históricamente inadecuada y, al mismo tiempo, fructífera desde un punto de vista sistemático, ya que contribuye a un conocimiento más profundo de los límites entre ciencia y pseudociencia.

Fue el historiador de Harvard Robert Darnton quien sugirió que los miembros de la comisión razonaron en contra del mesmerismo de una

[12] Cf. Duveen /Klickstein /Fulton (1954, p. 253): "El primer y más extenso Informe está en el estilo de Lavoisier; una versión ligeramente diferente está en su caligrafía. (*Oeuvres* III, 513-527)".

[13] Jussieu (1826).

manera ostensiblemente científica, mientras que en la realidad, los factores políticos jugaron un papel decisivo, obligándoles a anticiparse obedientemente a los deseos de los poderosos. Y ésta era exactamente la opinión de Mesmer también.[14] Según Darnton los argumentos presentados por los miembros de la Academia serían aplicables tanto a la teoría de uno de sus miembros, Lavoisier, como al magnetismo animal de Mesmer. Ya que la así llamada 'teoría calórica' del calor de Lavoisier también dependía de un fluido sutil del tipo que no se aceptó en el caso del FLAM de Mesmer. Según la teoría calórica, todos los cuerpos materiales son permeables por poros invisibles pequeñísimos. Cuanto más fluido calórico hay en estos poros, más caluroso es el cuerpo. El fluido calórico es sumamente sutil, casi ingrávido e indestructible. No pueden observarse ni su existencia ni sus características directamente, porque es invisible. La existencia, así como las propiedades del fluido calórico, tienen que ser deducidas de los efectos perceptibles que le son atribuidos.

Actualmente las historias en las cuales los generales son cobardes, los cardenales ateos, los miembros del ejército de salvación alcohólicos, los banqueros defraudadores, y los dentistas tienen mala dentadura, en general, despiertan más interés que aquellas en que los generales son héroes, los cardenales santos, los miembros del ejército de salvación abstemios, los banqueros fiables, y los dentistas muestran sus bonitos dientes blancos. Nos sentimos más atraídos cuando vemos que los demás están tallados de madera aún más corva que la nuestra. En este sentido, un relato acerca de cómo los científicos, visiblemente los guardianes y partidarios de la racionalidad, resultan ser unos cabezotas irrazonables, falsarios que buscan la fama, maquinadores hábiles o ágiles oportunistas puede contar con la simpatía de un amplio segmento del público. Esto me parece ser la fuente de una buena parte de la fascinación que las explicaciones externas para el desarrollo de las teorías encuentran en todas partes. Esto no significa negar que en la historia de ciencia, y probablemente también en la práctica científica contemporánea, criterios extrínsecos, externos, a menudo han influido bastante o incluso han determinado temporalmente la aceptación o rechazo de teorías y la distinción entre ciencia y pseudociencia. En el caso presente yo asumo además que el oportunismo político y –en el caso de los médicos– la simple envidia de su colega exitoso, influyeron en la resolución de la comisión. Estos motivos pueden haber sido de hecho dominantes. En todo caso los miembros de la comisión se vieron como un cuerpo policial que servía al Estado regulando la razón. Bailly explicó cuando el informe se presentó ante la Academia:

> "Si, sin embargo, tal error [el mesmerismo] surge del terreno de la ciencia, y se extiende entre las masas populares, dividiendo opiniones y haciendo rebel-

[14] Mesmer (1800, p. 8s).

> des al ofrecer al enfermo un remedio fraudulento, y les impide buscar otros remedios [...], un buen gobierno encontrará útil erradicarlo. ¡Qué uso maravilloso hace uno de su autoridad cuando la usa para extender la luz! Los comisionados se han esforzado en cumplir las intenciones de la administración y dar crédito al honor de haber sido escogidos."[15]

A pesar del hecho de que el rechazo de la Academia al mesmerismo parece fundamentarse en asuntos externos, me gustaría adelantar la opinión de que el rechazo al mesmerismo estaba suficientemente justificado por motivos internos de racionalidad científica. Esto puede mostrarse refutando la opinión de Darnton de que los comisionados veían la paja en el ojo de Mesmer mientras ignoraban completamente la viga que bloqueaba la visión de Lavoisier. Lo que yo pienso mostrar es que, mientras que el TAM contradijo los principios fundamentales de la práctica científica, la teoría calórica de Lavoisier, por lo menos en ese momento, no podía ser acusada de defectos similares.

Estoy hablando aquí de motivos teóricos internos, no de los criterios de racionalidad científica que guiaron el rechazo del mesmerismo como pseudocientífico. Como ha mostrado la reciente filosofía de la ciencia, parece un sinsentido buscar un criterio de demarcación entre ciencia y pseudociencia. La ciencia es una empresa sumamente variada y heterogénea. Refleja, en ese respecto, la diversidad de la vida. La racionalidad científica puede ser abarcada por uno o dos criterios tan poco como pueda serlo la vida cotidiana. Dada esta situación, parece más sensato revisar las prácticas científicas y pseudocientíficas para encontrar las razones para demarcar la ciencia de la pseudociencia.[16] Según esta opinión la racionalidad científica no es una propiedad de los enunciados científicos, sino una característica de los actos y procedimientos que producen estos enunciados. Así, las prácticas fallidas son la base de la pseudociencia. Al hablar de prácticas fallidas hemos abandonado el campo de los criterios con sus decisiones de sí o no. Aquí lo que se necesita es juicio. El juicio no puede aprenderse como el alfabeto; tiene que adquirirse mediante la práctica. Y la mejor práctica para adquirir juicio en materia de racionalidad científica es la participación activa en la investigación científica. Aunque sabemos que los científicos practicantes no reflexionan mucho sobre esos asuntos.[17]

En el París de 1784 las cosas eran diferentes, ya que eran filósofos-científicos de primer rango los que se estaban ocupando del asunto. De hecho,

---

[15] La exposición de Bailly ante la Academia está en *Bericht* (1785, p.8s). Es llamativo que Bailly, como Kant en una carta a Borowski, también quiere hacer un llamamiento al Estado para que ayude en la lucha contra el mesmerismo; con la diferencia, sin embargo de que Kant quiere hacer esto sólo cuando se vea amenazada la moralidad. Bailly, por otro lado parece haber sido una versión dieciochesca de McCarthy.

[16] Esta útil sugerencia ha sido hecha por Lugg (1987), p.228

[17] Eso nos da una oportunidad a los filósofos.

contestaron a la pregunta del rey sobre la existencia del fluido animal FLAM investigando las prácticas que llevaron a Mesmer y sus discípulos a proclamar que lo habían demostrado. Esas prácticas mesmerísticas diferían considerablemente de las realizadas por Lavoisier y otros respecto a la teoría calórica del calor. Hay, según el estudio de la comisión, tres aspectos de práctica fallida que hacen del mesmerismo una pseudociencia. Creo que esas prácticas destruirían, *mutatis mutandis*, tanto la vida cotidiana como la ciencia: (1) el desprecio por la ley de causalidad, (2) el desprecio por la diferencia entre hechos e hipótesis,[18] (3) el desprecio por lo que se llama adecuación empírica. Ese principio dice que no se permite sostener lo que se quiera sin estar dispuesto a que las implicaciones observables de las afirmaciones propias pasen la prueba de la experiencia. El mesmerismo falló mucho en todos estos puntos.

Para demostrar eso, me gustaría mencionar brevemente la teoría calórica del calor tal y como la formuló Lavoisier, es decir, la teoría de que la temperatura de los cuerpos está determinada por la cantidad de fluido calórico que contienen. Mi primera pregunta es ésta: ¿Insistió Lavoisier en la *existencia* del fluido calórico?

En los dos artículos que escribió con Laplace sobre la teoría calórica del calor, nos encontramos, en primer lugar la distinción fundamental entre hechos observables e hipótesis. Los dos autores discuten dos hipótesis contemporáneas opuestas que explican el fenómeno del calor[19]: (1) la teoría calórica del calor, y (2) la así llamada teoría mecánica del calor. Según la teoría mecánica, calor "*es nada más que el producto de movimientos imperceptibles entre las moléculas de la materia.*"[20] Sin embargo, para Lavoisier y Laplace, los datos observables sobre la naturaleza del calor no son suficientes para justificar el favorecer a una teoría más que a la otra: "*Nosotros no queremos decidir entre las dos [...] hipótesis. Algunas observaciones tienden a favorecer a la última, por ejemplo, el hecho de que el calor se crea frotando juntos dos cuerpos sólidos. Otras observaciones, sin embargo, pueden explicarse más fácilmente según la primera teoría* [es decir la teoría calórica]."[21] Lavoisier y Laplace conceden más confianza al poder explicativo de la teoría calórica, usándola como base para su investigación.[22] Es posible incluso que ellos crean –a título privado – en la existencia del fluido calórico. Y sin embargo no dejan ninguna duda de que su fluido calórico imponderable es sólo una ayuda para explicar los fenómenos empíricos, pero no un objeto o hecho observable. El que la teoría calórica pueda usarse para explicar con éxito los fenómenos es, para Lavoisier y

[18] Aquí reaparece el nivel de procesamiento correcto de datos en el sentido de Kant.
[19] Lavoisier/Laplace (1862, p.285ss.).
[20] Lavoisier/Laplace (1862, p.287).
[21] Lavoisier/Laplace (1862, p.286s.).
[22] Lavoisier/Laplace (1862, p.288).

Retrato de Mesmer durante su estancia en Suiza (1806-1812).

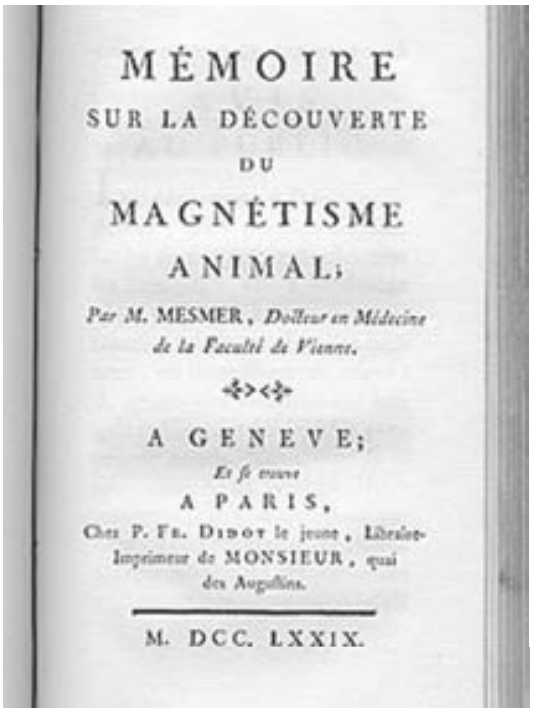
Casa donde nació Mesmer en una aldea del lago Constanza.

Primer escrito publicado por Mesmer sobre su terapia médica.

Schreiben
über die
Magnetkur
von
Herrn A. Meſmer,
Doktor der Arzneygelährtheit,
an
einen auswärtigen Arzt.

WIEN,
gedruckt bey Joseph Kurzböck, k. k. illyrisch- und
oriental. Hofbuchdruckern und Buchhändl.
1775

Tratamiento magnético.



MÉMOIRE
SUR LA DÉCOUVERTE
DU
MAGNÉTISME
ANIMAL;
Par M. MESMER, *Docteur en Médecine de la Faculté de Vienne.*

A GENEVE;
Et ſe trouve
A PARIS,
Chez P. Fr. Didot le jeune, Libraire-Imprimeur de MONSIEUR, quai des Augustins.

M. DCC. LXXIX.

Portada del libro de Mesmer en el que realiza la exposición más completa de su pensamiento.

Laplace, evidencia insuficiente para la asunción de que el fluido calórico existe. Se necesitan deliberaciones adicionales para demostrar la existencia de una sustancia hipotética. Aunque ellos no hacen comentarios sobre la naturaleza de tales deliberaciones, dicen claramente que la evidencia disponible es insuficiente para decidir entre las teorías mecánica y calórica, y aún más para asumir la existencia del fluido calórico.

Mesmer es un caso totalmente diferente. Desde el principio, está completa y (por desgracia) inquebrantablemente convencido de la existencia de su fluido FLAM. Ciertos efectos ocurridos al poner imanes de acero en las partes enfermas del cuerpo le dieron la idea de que el FLAM estaba en acción allí. En un corto periodo de tiempo construyó en base a esta idea un sistema general, aunque escasamente coherente, que dependía de la terminología mecánica de la ciencia establecida, aunque no en su metodología y prácticas habituales. Y aún más, Mesmer no estaba (1) familiarizado con la diferencia entre hipótesis y hechos, (2) no quería aceptar, por lo menos para su propia práctica experimental, las normas usuales para dirigir experimentos exitosos (incluyendo la ley de causalidad, según la cual causas idénticas han de tener efectos idénticos), y (3) no estaba dispuesto a aceptar la exigencia de adecuación empírica, según la cual las teorías tienen que ser probadas por la experiencia de manera satisfactoria. Fue precisamente por estos tres pecados mortales por lo que los miembros de la academia criticaron el TAM. Creo que estaban ampliamente justificados al hacerlo.[23]

En una serie de experimentos los comisionados determinaron que, en primer lugar, los efectos del fluido animal ANMAG entre las personas examinadas, dependían de si estas poseían sensibilidad magnética. De quince personas investigadas sólo cinco demostraron esta sensibilidad. Entre las personas magnéticamente sensibles, supuestamente mujeres en su mayoría, el efecto magnético sólo aparecía cuando estos individuos *sabían* que estaban siendo magnetizados. Los efectos abarcaron toda una gama, desde sensaciones de calor moderado a estados convulsivos y excreciones espontáneas; efectos que se consideraban como señales de una 'crisis'. Si las personas magnetizadas no sabían que estaban siendo magnetizadas, entonces los efectos predichos por la teoría no aparecían, o aparecían en un lugar erróneo, o de una manera similarmente defectuosa. En esta situación, mantener las condiciones constantes –principio de *ceteris-paribus*– resulta particularmente importante. Los miembros de la comisión también tuvieron mucho cuidado al advertir eso. La conclusión inevitable es que aquí un agente físico que supuestamente existe ejercería, bajo condiciones constantes, un efecto en un cierto momento, pero en otro no. Eso, sin embargo, viola la ley de causalidad.

¿Qué causó, entonces, la presencia obvia de estos estados magnéticos o procesos M si ocurren independientemente de las acciones A que se requie-

[23] No me gustaría sostener, sin embargo, que estas tres características cubren todos los aspectos de la buena práctica científica.

ren en TAM? La comisión de la Academia contestó a esta pregunta de modo parecido a como lo hizo posteriormente John Stuart Mill con el método de concordancia que sintetizó en la siguiente regla: "Si dos o más casos del fenómeno bajo investigación tienen sólo una circunstancia en común, la única circunstancia en que todos los casos concuerdan será la causa del fenómeno dado."[24] Si aplicamos esto al caso del mesmerismo, significa que el conocimiento de las operaciones de los magnetizadores es el único evento que ocurre en todas las situaciones experimentales con efectos magnéticos y, por tanto, es la causa firme de esos efectos. Según las palabras de los comisionados, era pues la 'imaginación', basada en el conocimiento de las operaciones y efectos magnéticos que era en última instancia responsable de la aparición de estados mesméricos entre las personas observadas.

De este modo (y aquí está la *distinción entre hecho e hipótesis* que nos interesa) no es necesario para explicar el fenómeno del mesmerismo que uno asuma la existencia de una sustancia física, el FLAM fluido o ANMAG respectivamente, que supuestamente es su causa. Al contrario, las investigaciones de los miembros de la Academia no revelaron la más mínima indicación de la existencia del FLAM, aunque esto no pareció afectar a Mesmer en absoluto. Hasta el día de su muerte, se aferró tenazmente a su creencia en la existencia de un agente físico llamado 'magnetismo animal'.

Esta perseverancia se alimentó aún más por su soberana falta de consideración hacia el *principio de adecuación empírica*, que lo dejó indiferente ante los resultados de las pruebas empíricas de sus teorías. Una vez que decidió que estaba en la posesión de la verdad, no tenía nada más que aprender de la prueba de la experiencia. El desprecio de Mesmer por la ley de causalidad y por el principio de adecuación empírica parecen corresponder a una confianza aparentemente indestructible en la validez de la vieja falacia '*post hoc ergo propter hoc*'.

La convicción personal de Mesmer, y probablemente también su habilidad para convencer a otros, dependía de si los pacientes, creían, después de una cura magnética, que habían sido sanados –con o sin justificación, lo cual no tiene ninguna importancia aquí. Por otro lado, los miembros de la comisión señalaron que los supuestos efectos terapéuticos del tratamiento magnético podrían ser el resultado de la imaginación. Los poderes autocurativos de la naturaleza tampoco debían quedar fuera de consideración. Y finalmente, incluso ciertos aspectos del tratamiento magnético, tales como apretar fuertemente o frotar partes del cuerpo, podrían producir efectos que Mesmer atribuyó al ANMAG. Este argumento tampoco impresionó a Mesmer. La comprensión distorsionada de Mesmer acerca de la causalidad consideraba la aparente prueba del éxito de HAM como el apoyo para el TAM y como la prueba de la existencia de FLAM y ANMAG.

Es más, no es el caso que los miembros de la comisión dudaran de la

[24] Mill (1973, p.390).

existencia de los fenómenos mesméricos como tales. Al contrario, en su exposición para la Academia, Bailly declaró explícitamente que los fenómenos magnéticos son "*hechos para una todavía nueva ciencia, la ciencia de la influencia de lo moral sobre lo físico.*"[25] Vemos aquí en el comentario de Bailly el programa anti-Leibniz de sacar los fenómenos psíquicos del terreno del gobierno de la metafísica y trasladarlos al de la mecánica. La ciencia proyectada por Bailly, que simplemente examina en otros términos la interacción entre los estados mentales y físicos, ha quedado establecida desde entonces con muchas variantes. El conocimiento total de la "influencia de lo moral sobre lo físico" consistiría, sin embargo, en resolver el llamado 'problema mente-cuerpo', lo cual estamos lejos de hacer y quizás nunca lograremos.

Los partidarios de Mesmer dejaron claro entonces, conforme al espíritu de su héroe, que el estúpido –a su manera de ver– y corrupto informe de la Academia quedaba contrapesado por el voto minoritario de Jussieu.[26] Esa valoración no se halla justificada por el informe de Jussieu, quien desde luego no apoyaba las prácticas radicalmente fallidas en la ciencia, ni dudaba de la distinción entre hecho y conjetura, ni creía que se podía actuar sin tener respeto por la ley de causalidad. Finalmente también está claro que nunca sostuvo que las teorías científicas no necesitan tener en cuenta la experiencia. El informe de Jussieu contradice al de la mayoría sólo en que expresa dudas acerca de que los experimentos dirigidos por la mayoría fueran en sí mismos suficientes para justificar un voto negativo al mesmerismo. Es más, Mesmer pudo haber usado una teoría inadecuada para explicar los fenómenos magnéticos. Jussieu sabía de una mejor que valía la pena investigar. Su propia teoría, sin embargo, estaba en deuda con un tipo de teoría que en su día ya había sido superada por el progreso científico. Similar a las teorías alquimistas, es una así llamada teoría de principios, según la cual todos los fenómenos naturales pueden remontarse a los 'principios' de materia y movimiento. El principio de movimiento se revela en maneras aparentemente diferentes, por ejemplo, en el magnetismo, en la electricidad y en el calor. El calor, más que cualquier otra cosa, es el responsable de los fenómenos mesméricos, ya que se transmite a través del contacto que tiene lugar durante el tratamiento magnético. Los efectos terapéuticos del HAM son esencialmente los mismos del método venerable de la medicina de contacto, simplemente modernizados en este caso. Jussieu ni siquiera da ninguna indicación, al investigar estas teorías alternativas, de que no tenga la intención de aceptar los criterios antes mencionados para distinguir entre ciencia y pseudociencia.

En cuanto a la segunda pregunta hecha a la comisión por el rey, a saber, la pregunta sobre el valor terapéutico del mesmerismo, el argumento de la comisión es menos convincente. Entre sus objeciones al valor terapéutico

[25] Bericht (1785, p.17)

[26] Cf. e.g. Tischner/ Bittel (1941, p. 291)

del mesmerismo está, en primer lugar, que las convulsiones violentas resultantes no son compatibles con apoyar los poderes curativos de la naturaleza por medios 'aliviadores'. En vista de los tratamientos defendidos por la medicina académica del momento ese es un argumento hipócrita. Además, la comisión temía que las convulsiones pudieran hacerse habituales, ocurriendo finalmente sin el estímulo magnético. Alcanzarían proporciones epidémicas y se harían hereditarias. De hecho, el informe de los médicos incluso proclama que las convulsiones eran carcinogénicas. Tan convincente encuentro la argumentación de los miembros de la comisión acerca del estado teórico del TAM, NAM, y HAM, como poco convincentes sus argumentos acerca del uso o abuso del tratamiento magnético. En mi opinión, el único argumento convincente a favor o en contra del uso terapéutico del HAM, o cualquier otra terapia si es el caso, es si alivia el sufrimiento del paciente sin mantenerlo alejado de lo que podría ser una terapia mejor. Si tal terapia posee además una teoría correspondiente resulta secundario.

IV. Conclusión

En resumen: nos queda el hecho curioso de que Mesmer, sin ser influido ni estar participando en el movimiento romántico iniciado por Schelling, por un lado creó una de las versiones más románticas de la ciencia romántica. Por otro, creía que su teoría TAM estaba en completo acuerdo con el paradigma mecanicista de la ciencia natural de su época.

El informe de la Academia de París fue un intento razonado de probar lo contrario. Pero tal y como resultó, ese informe ni convenció a Mesmer ni convenció a aquellos que permanecían o se hacían partidarios del punto de vista de Mesmer. Más bien todo lo contrario, estaban seguros de que la comisión se había equivocado. Esto provocó un cambio significativo respecto a la reclamación mesmerística de ser una ciencia natural regular: después de 1784 a Mesmer ya no le importó la aprobación del TAM por la ciencia natural estándar.

La Revolución Francesa supuso un gran retroceso para el mesmerismo. Pronto Mesmer pensó que era más seguro abandonar París y buscar refugio en Suiza y pasar desapercibido. Tuvo tanto éxito haciendo eso que, a mediados de la década de los noventa del siglo XVIII, tanto el TAM como su descubridor habían caído casi totalmente en el olvido. Pero hubo un sorprendente resurgir en el nuevo siglo. Unos cuantos años antes de la muerte de Mesmer en 1815, sus enseñanzas volvieron a ser populares. Todos pensaban que había muerto hacía años, y se sorprendían al saber que aún vivía.

Pero el resurgir del mesmerismo tuvo lugar en un contexto completamente diferente del original. Como dije, el mesmerismo tuvo en principio la intención de ser parte de la ciencia natural regular. Ahora, en su resurgir, se integró de inmediato en el movimiento romántico, que se veía a sí mismo

como una alternativa a la ciencia natural, o incluso como su única realización verdadera.

Un fenómeno cultural interesante que podemos observar hoy en día es el resurgimiento periódico de la ciencia romántica en general y del mesmerismo en particular. La mayoría de lo que hoy se denomina 'holistico' es, por ejemplo, de esa naturaleza.

No parece descabellado suponer que esta búsqueda de alternativas a la ciencia natural también continuará en el futuro. La gente parece insatisfecha con los resultados supuestamente áridos e impersonales de la ciencia natural, tal y como la conocemos. Quieren un mundo que esté más encantado. Y lo crean por sí mismos, sin tener en cuenta si esas invenciones superan la prueba de una metodología científica razonada.

Traducido del inglés por Jackie Breen
I.E.S. Tacoronte "Oscar Domínguez"
Revisado por Sergio Toledo y José Montesinos (21-10-02)

Referencias bibliográficas

Bericht, *Bericht der von dem Könige von Frankreich ernannten Bevollmächtigten zur Untersuchung des thierischen Magnetismus*, Altenburg 1785.

R.E. Butts, *Kant and the Double Government Methodology. Supersensibility and Method in Kant's Philosophy of Science*, Reidel, Dordrecht/Boston/Lancaster 1984.

R. Darnton, *Mesmerism and the End of Enlightenment in France*, Cambridge Mass 1968.

D. I. Duveen/ H. S. Klickstein/J. F. Fulton, *A Bibliography of the Works of Antoine Laurent Lavoisier (1752-1794)*, London 1954.

A.-L. de Jussieu, "Rapport de l'un des commissaires chargés par le Roi de l'examen du magnétisme animal", en: A. Bertrand (ed.), *Du magnétisme animal en France et des jugement qu'en ont porté les sociétés savantes*, Paris 1826.

I. Kant, *Briefwechsel*, 2nd ed., Hamburg 1972.

L. Laudan, "The Demise of the Demarcation Problem", en: L. Laudan/R. S. Cohen (eds.), *Physics, Philosophy and Psychoanalysis. Essays in Honor of Adolf Grünbaum*, Dordrecht/Boston/London 1983, pp. 111-127.

A.-L. Lavoisier, *Oeuvres*, Vol. II, Paris 1862.

A. Lugg, "Bunkum, Flim-Flam and Quackery: Pseudoscience as a Philosophical Problem", *Dialectica* 41, (1987), pp. 221-230.

F. A. Mesmer, *Schreiben über die Magnetcur an einen auswärtigen Arzt*, Wien 1775.

F. A. Mesmer, *Über meine Entdeckungen*, Jena 1800.

F. A. Mesmer, *Mesmerismus oder System der Wechselwirkungen. Theorie und Anwendung des Thierischen Magnetismus als die allgemeine Heilkunde zur Erhaltung des Menschen, ed. K.C. Wolfart*, Berlin 1814 (Reimpreso en Amsterdam, 1966).

J. S. Mill, *A System of Logic [...]*, en: *Collected Works*, Vol. VII, Toronto/London 1973.

F.A. Pattie, "Mesmer's Medical Dissertation and its Debt to Mead's" "De imperio solis ac lunae", *Journal of the History of Medicine* 11, (1956), pp. 275-287.

E. Rothschuh, *Konzepte der Medizin*, Stuttgart 1978.

H. Schott, "Die Mitteilung des Lebensfeuers. Zum therapeutischen Konzept von Franz Anton Mesmer (1734-1815)", *Medizinhistorisches Journal* 17, (1982) pp. 195-214.

R. Tischner, *Franz Anton Mesmer*, München 1928.

G. Wolters, "Mesmer und sein Problem: Wissenschaftliche Rationalität", en: G. Wolters (ed.), *Franz Anton Mesmer und der Mesmerismus: Wissenschaft, Scharlatanerie, Poesie*, Universitätsverlag, Konstanz 1988, pp. 121-137.

G. Wolters, "Mesmer in a Mountain Bar: Anthropological Difference, Butts, and Mesmerism", en: J. Mittelstraß/J. Brown (eds.), *An Intimate Relation. Studies in the History and Philosophy of Science Presented to Robert E. Butts on his 60th Birthday*, Kluwer, Dordrecht/Boston/ Lancaster 1989, pp. 259-282.

DEL NEOHUMANISMO AL ORGANICISMO: GAUSS, CANTOR Y LA MATEMÁTICA PURA.

José Ferreirós
Universidad de Sevilla

1. Introducción

Los nombres de Gauss y Cantor se cuentan entre los más célebres de la matemática moderna y contemporánea. Se trata de dos figuras señeras, que imprimieron su sello en el avance de la matemática "moderna" de finales del XIX y principios del XX. El nombre de Gauss identifica un punto de inflexión en el que las viejas tradiciones de la aritmética, el álgebra y el análisis se redefinen en un sentido más abstracto, reformulándose en un contexto de matemática pura y dando lugar a desarrollos que prefiguran una parte importante de la matemática moderna. El nombre de Cantor aparece siempre como sinónimo de la teoría de conjuntos,[1] que vino a constituir el nuevo lenguaje, la metodología y el marco general en el que terminó por formularse esa matemática moderna y abstracta.

Pero, si esos nombres se identifican plenamente con la nueva matemática, resultará extraño a muchos encontrarlos asociados al movimiento romántico. Con respecto a Cantor, esa reacción sólo puede deberse a la ignorancia, ya que las resonancias románticas se encuentran en lugares muy significativos de su obra y su correspondencia. En cambio, la figura de Gauss parecerá a casi todos, incluyendo conocedores expertos, demasiado serena, clásica y conservadora como para tolerar la compañía del adjetivo "romántico".

[1] En otro lugar he argumentado que esa presentación simplifica demasiado: Ferreirós [1999].

En lo que sigue mostraré que, a pesar de las apariencias, el trasfondo romántico contribuye mucho a iluminar la dirección de los trabajos matemáticos de ambos autores. Pero la relación es más compleja, lo que quizá hubiera complacido a un Schelling: la relación entre estas dos figuras y su trasfondo es "orgánica" o, como diríamos hoy, "interactiva". En realidad, mi propósito más inmediato será contribuir a una comprensión más rica del periodo romántico por la vía de la reflexividad. Documentarse y analizar la historia del periodo romántico invita a una reflexión crítica sobre la propia visión historiográfica que nos legó.

El romanticismo suele concebirse como una era impregnada de nuevas concepciones históricas, progresistas y evolucionistas de la humanidad, y, en el caso alemán, como un periodo empapado de idealismo. Curiosamente, buena parte de la historia de la ciencia en esa era parece estar demasiado influenciada por la idea romántica del *Zeitgeist* [espíritu del periodo]. Muy a menudo la discusión sobre la ciencia y el romanticismo en Alemania se reduce al problema de hasta qué punto la *Natürphilosophie* idealista influyó sobre los científicos alemanes y hasta qué punto dejó huellas en las nuevas orientaciones de la ciencia decimonónica. Este planteamiento da por supuesto que el idealismo absoluto es un elemento nuclear del *Zeitgeist* romántico y define en buena medida la "esencia" del romanticismo alemán.

Aquí enfatizaremos la idea de que es un error que los historiadores tendamos a identificar el romanticismo (en su dimensión filosófica) con el idealismo absoluto. La era romántica fue un periodo cultural complejo y multiforme, marcado por tensiones entre tendencias en conflicto, y bien puede suceder que no haya una "esencia" simple del periodo. Sobre todo, el movimiento romántico es anterior y posterior al idealismo absoluto, de manera que lo desborda por delante, por detrás, e incluso por los flancos: aún en el momento álgido del idealismo hubo autores muy influyentes entre los científicos, como Fries y Herbart, que se desligaron explícitamente del idealismo absoluto. Anteriormente, encontramos el Neohumanismo, una nueva tendencia cultural, intelectual y educativa; con posterioridad, aparecen varias tendencias que cabe calificar de "romanticismo tardío", entre ellas diversas reacciones al materialismo. Son estos fenómenos culturales los que veremos ligados al desarrollo de la matemática pura.

Así pues, si estoy en lo cierto, pueden establecerse lazos importantes entre la nueva matemática y el romanticismo, *pero sólo a condición* de que nos liberemos de la imagen romántica del *Zeitgeist*. Los historiadores de la ciencia que han buscado el impacto del romanticismo idealista se han centrado típicamente en las ciencias naturales, sobre todo en la biología (caso paradigmático sería la embriología, pero también la teoría celular) y en menor medida en la física (el electromagnetismo, Oersted y Faraday, la física de la energía). Para esa tradición historiográfica el caso de la matemática habría sido una excepción, en la medida en que su continuidad con la tradición clásica y moderna fue mucho mayor, y los matemáticos se mostraron en general refractarios a las ideas especulativas de la *Natürphilosop* -

hie. En mi opinión, por el contrario, el impacto de las concepciones románticas sobre las matemáticas fue grande, y su caso mucho menos excepcional de lo que se ha pensado.

2. Romanticismo pre-idealista: el Neohumanismo

A juzgar por mis exploraciones superficiales de algunos manuales, el fenómeno cultural del movimiento neohumanista es bastante desconocido entre los historiadores de la filosofía. Sin embargo, es todo un clásico en la historial cultural de los países alemanes, y bien conocido entre los historiadores de la ciencia que se han ocupado de este período. El *Neohumanismo* fue un movimiento educativo, y más que eso: cultural, que liga la Ilustración alemana tardía y el romanticismo temprano. Se trató de una renovación de los ideales educativos que, como indica el nombre, pretendía ser una vuelta a lo mejor del humanismo renacentista. Se intentó alcanzar una *formación integral* o *Bildung* del hombre: el objetivo de la educación no debía ser una simple meta utilitaria o profesional, sino la plenitud de las facultades físicas, mentales y espirituales del hombre. Y para ello, el mejor medio era –pensaban– la frecuentación de los arquetipos clásicos, un conocimiento profundo del griego y del latín, de la literatura, el arte y la historia antiguas.

Igual que el humanismo renacentista, los neohumanistas estaban fuertemente influidos por las ideas educativas de Platón. Las disciplinas antes mencionadas (las humanidades), junto con la matemática,[2] constituirían la preparación esencial del hombre que le ayudaría a madurar y florecer hasta alcanzar la sabiduría filosófica y –aquí nos separamos de Platón, no en vano hablamos de la Alemania protestante– las verdades de la fe cristiana. Neohumanistas importantes fueron los grandes filólogos Heine y Wolf, el filósofo Kant, escritores como Herder, Goethe o Schiller, por supuesto los hermanos Humboldt, etc. El movimiento tuvo un enorme impacto en toda la cultura alemana del XIX, y en los científicos a través de la reforma universitaria. Tuvo, por supuesto, un gran impacto también sobre los idealistas Fichte, Schelling y Hegel, pero no hay que tomar la parte por el todo: si bien idealismo implica Neohumanismo, la conversa no es válida.[3]

Los ideales neohumanistas se mencionan siempre que se habla de las grandes reformas educativas del norte de Alemania: la refundación de las

[2] El papel pedagógico de la matemática (como escuela del intelecto) se veía mucho más claro que el de las ciencias naturales, y esto se reflejó enseguida tanto en la enseñanza media como en la universitaria. *Cf.* Jungnickel & McCormmach [1986].

[3] De la pluma de Gauss han salido comentarios como el siguiente, en referencia a Hegel: "¿No se le ponen a Usted los pelos de punta con sus definiciones?" (carta a Schumacher, *Werke* XII, 62–63), y también Cantor se expresó en términos muy críticos y humorísticos (véanse sus *Abhandlungen*, 391).

Universidades a partir de la nueva universidad de Berlin (1810) y la creación de lo que nosotros llamamos bachillerato (los *Gymnasien*).[4] Mencionaremos rápidamente tres rasgos asociados al movimiento neohumanista que, para nuestros propósitos, conviene enfatizar: (1) el espíritu contemplativo, purista y anti-utilitario, que tuvo su reflejo en el ideal de la *ciencia pura*, la "ciencia por la ciencia" (esto, dicho sea de paso, muestra que el Neohumanismo tuvo mucho de reacción contra ciertas tendencias ilustradas); (2) asociado a ello, la reivindicación de un estatus de igualdad entre la Facultad de Filosofía y las Facultades profesionales (asunto en el que Kant tuvo una intervención notable), lo cual significó reivindicar la filosofía y las ciencias naturales y humanas como asuntos fundamentales de la Universidad, no meras siervas de la educación profesional; y (3) la creación de instituciones como los seminarios (introducidos por los filólogos: Heine en Göttingen y Wolf en Halle, hacia 1790, imitados luego por los científicos) a través de los cuales se promovió la *unidad de enseñanza e investigación*. Contra la tradición, todo profesor debía ser investigador, y todo alumno debía tener contacto con la investigación en el seminario. No es difícil advertir que algunos temas de las grandes reformas alemanas siguen resonando en los debates recientes de la Universidad española.

3. Carl F. Gauss, el Neohumanismo y la matemática pura[5]

¿Qué tiene que ver Gauss con el Neohumanismo? Aparentemente nada: fue director de un Observatorio astronómico, es decir, un "profesional" más que un "científico puro" en la jerga de la época; se ocupó de problemas de cartografía y geodesia al servicio del rey de Hannover; inventó instrumentos de precisión para la física, e incluso uno de los primeros telégrafos. Parece pues un personaje de la Ilustración, más que un romántico. Sin embargo, todo indica que Gauss se vio a sí mismo como un Arquímedes moderno, un Arquímedes al estilo platónico, como lo pintó Plutarco en las *Vidas paralelas*: sus actividades prácticas y sus máquinas, por importantes que fueran, no tenían más relevancia que las máquinas de guerra del siracusano comparadas con sus joyas matemáticas.

No me resisto a citar el poema de Schiller 'Arquímedes y el aprendiz', un poema al que hizo alusión el propio Gauss en su lección inaugural de 1808. Como Gauss, Schiller fue un marcado representante del Neohumanismo y un hombre influido por la filosofía de Kant:

---

[4] Sobre este tema y otros relacionados, un estudio muy recomendable es McClelland [1980]. En conexión más directa con las ciencias, Jungnickel & McCormmach [1986].

[5] Otros trabajos que hablan de neohumanismo y matemática, sin analizar el caso de Gauss, son los de Pyenson [1983] y Jahnke [1990].

Vino a Arquímedes un joven deseoso de saber;
Iníciame, le dijo, en ese arte divina,
Que tan magníficos frutos dio a nuestra patria,
Y protegió los muros ciudadanos frente a los sambuca.[6]
¡Divina dices que es el arte! Y lo es, replicó el sabio,
Mas ya lo era, hijo mío, antes de servir al estado.
Si quieres frutos, puede dártelos también una mortal;
El que aspira a la diosa, no busque en ella a la doncella.[7]

Este texto refleja a la perfección el espíritu que animó a los cultivadores alemanes de la matemática "pura", y es que el Neohumanismo guarda una clave para entender la transformación sufrida por la matemática como disciplina, reflejo en el mundo de las instituciones científicas –efecto pero también causa renovada– de una atmósfera cultural como la que se fraguó hacia 1800.

Encontraremos al Gauss neohumanista en la lección inaugural sobre astronomía que pronunció a su entrada como director del Observatorio astronómico de la Universidad de Göttingen en 1808 (lección que siguió repitiendo en sus cursos al menos hasta 1815 y probablemente más allá).[8] Aquella lección ofrece un magnífico cuadro general de la astronomía tal como la concibió el gran especialista que fue Gauss. Nos ofrece reflexiones sobre el cuerpo de los conocimientos astronómicos, pero también sobre la imagen que de esa disciplina matemática tiene Gauss. Recordemos que este hombre joven se había hecho célebre en 1801 al calcular con precisión la órbita de un asteroide, magnífica hazaña práctica y de cálculo que simultaneó con una hazaña puramente teórica de calibre todavía mayor: la publicación de las *Disquisitiones arithmeticae*, primer gran tratado "moderno" de teoría de números.

En su lección inaugural, un Gauss de 31 años traza los objetivos principales de su primer curso universitario sobre astronomía, define el campo de esta ciencia y sus partes principales, y aborda la pregunta (típicamente ilustrada) de "qué provecho" nos ofrece esta ciencia. Me encantaría aquí darle la palabra a él mismo, porque el texto es inmejorable, pero debo resumir. Gauss conoce muy bien las ventajas que la astronomía ha aportado a la humanidad, y las expone magníficamente. Pero lo primero que nos dice es que preguntas como ésa, si se formulan demasiado a menudo, "no son un buen signo del espíritu de los tiempos". Ese utilitarismo es mezquino y estrecho, frío e indiferente "a lo que es grande y honra a la humanidad": revela la disposición a medir la recompensa de cada esfuerzo, por pequeño que sea, y a condicionar todo a nuestro bienestar físico. Semejan-

[6] Máquinas de guerra que los romanos emplearon en el asedio de Siracusa, la ciudad de Arquímedes.

[7] Citado en Ferreirós [1999], 6.

[8] Astronomische Antrittsvorlesung [Gauss 1808].

te mezquindad no es en absoluto ajena –dice Gauss– a "las catástrofes que hemos experimentado", sin duda en alusión a la Revolución Francesa, la invasión napoleónica y la derrota alemana en Jena (1806), donde por cierto murió el duque de Brunswick, benévolo protector de Gauss en sus años juveniles.

Ciencias como la teoría de números nunca habrían surgido a la sombra de esa disposición utilitaria, y también el desarrollo de la astronomía ha dependido de "felices grandes espíritus" que fueron en pos de la verdad por sí misma, encontrando su recompensa y su felicidad en el propio éxito de sus esfuerzos. En este punto, Gauss rememora la figura de Arquímedes, tal como la describiera Plutarco, y hace referencia al poema de Schiller –dándolo por bien conocido– antes de decir: "Consideremos también la sublime astronomía, ante todo, desde este bello punto de vista".[9] Las respuestas más dignas a la cuestión del provecho no son aspectos de utilidad material, sino la satisfacción peculiar que nos ofrece la contemplación de la verdad científica, su grandeza intrínseca como bálsamo frente a los aspectos desagradables de la vida diaria, y también las huellas de la sabiduría eterna que encontramos en el maravilloso orden del cosmos.

Un punto de vista hermoso, sin duda, que habrá recordado al lector la quintaesencia del purismo académico que caracterizó a los profesores alemanes en décadas posteriores del siglo XIX y principios del XX, hasta la década de 1930. Años del ascenso de Hitler al poder, lo que nos debe recordar, también, los peligros de ese aristocrático amor a la contemplación y su concomitante desdén por las cosas de la vida diaria, de la política, de los problemas sociales.

Ese discurso marcadamente neohumanista fue pronunciado por Gauss, en 1808, en la pequeña ciudad y la gran Universidad de Göttingen. La característica (1) mencionada en la sección anterior queda claramente ilustrada, y también se presenta en muchos otros lugares de la obra y la correspondencia de Gauss, por ejemplo sus conocidos comentarios sobre la teoría de números. En cuanto al aspecto (2), toda la carrera de Gauss, pero en especial sus esfuerzos por promover a otros –como Dirichlet, W. Weber, Eisenstein–, dan claro ejemplo de su fidelidad a las nuevas ideas. Sólo el aspecto (3) es en parte extraño a la vida de Gauss: aunque fue un grandísimo investigador, y aunque las generaciones posteriores lo tomaron como modelo del nuevo científico alemán, vino al mundo demasiado pronto para vivir como protagonista el periodo en que se abordó la enseñanza de temas de investigación. Esto llegaría con admiradores y discípulos suyos como Jacobi o Dirichlet, pero Gauss nunca explicó en Göttingen sus resultados originales en matemática pura.

[9] Gauss [1808], 191–192. Gauss no olvida citar (en latín) un pentámetro de Ovidio, y luego una bonita frase de Jean Paul, su escritor preferido, antes de pasar por fin a la utilidad práctica de la astronomía.

En el caso de Gauss, la nueva orientación dio lugar a toda una serie de resultados y propuestas importantes en análisis, física matemática, geometría, teoría de números, etc. Comenzó a apuntar un nuevo estilo abstracto de hacer matemáticas, que los contemporáneos designaron como "enfoque conceptual", y que se consolidaría con autores como Dirichlet y sobre todo Riemann, profundamente marcados por Gauss. Más aún, en el contexto del nuevo purismo y del enfoque conceptual, pero marcado también por influencias filosóficas, Gauss avanzó hacia una concepción aritmetizante de la matemática. Nacía así también otro aspecto clave de la matemática alemana del XIX: la aritmetización; como dijo Hilbert al final del siglo, la matemática de aquel tiempo se desarrolló "bajo el signo del número".

Gauss acuñó su nueva visión de los fundamentos y la organización del saber matemático por medio de una frase griega: "*ho theos arithmetidsei*", el dios aritmetiza. La historia de esta frase es, de nuevo, típicamente neohumanista, como lo indica el mismo hecho de que se escriba en griego: se inspira en un dicho que Plutarco (otra vez Plutarco) atribuyó nada menos que a Platón, "el dios geometriza eternamente". Gauss corrige al divino Platón, y al hacerlo expresa un cambio importante en la concepción del saber matemático: la milenaria dominancia de la geometría da paso al triunfo del número. Esto tiene también una relectura filosófica, porque –según Gauss– el conocimiento del número es puro, *a priori*, necesario y absoluto, mientras que la geometría física no queda determinada *a priori*, sino que contiene inevitablemente un elemento empírico.[10]

El auge de la *matemática pura* en Alemania no fue una casualidad, sino un aspecto más de las nuevas tendencias culturales y educativas que se originaron con el Neohumanismo de fines del XVIII. El ambiente neohumanista marcó la situación en las principales universidades del norte de Alemania: el Göttingen de Gauss y Riemann, el Königsberg de Jacobi, el Berlín de Dirichlet, Kummer y Weierstrass. Marcó también las actividades de Alexander von Humboldt como promotor de las matemáticas en Prusia, y las de Leopold Crelle como fundador de una revista fundamental, el *Journal für die reine und angewandte Mathematik*. (Téngase en cuenta que Göttingen estaba en el reino de Hannover, bajo la influencia de Gran Bretaña, y que la dominancia del espíritu neohumanista fue mucho mayor en Prusia.)

La idea principal que estoy exponiendo es, por tanto, un argumento estilo Forman.[11] Los matemáticos se convirtieron en los profesionales que hoy conocemos a principios del XIX, en el contexto de las universidades alemanas, y más concretamente en el ambiente neohumanista que se respiraba en la zona norte de Alemania. Esto les forzó a adaptarse a un nuevo entorno,

[10] *Werke* VIII, 201; citado en Ferreirós [1999], 15. En el lenguaje y las categorías que emplea en estas reflexiones, queda patente la influencia de Kant sobre Gauss, quien había leído sus obras con detenimiento en sus años mozos.

[11] *Cf.* Forman [1971].

enemigo de algunos de los rasgos que clásicamente habían definido al matemático. En el siglo XVIII, la palabra "matemático" tenía ciertas resonancias negativas: se refería a un practicón, un técnico, y sufría así la carga negativa que la tradición occidental venía otorgando a todas las cosas "corpóreas" frente a las "del alma". Como en la tradición antigua y medieval, toda una serie de temas "mixtos" o aplicados se consideraban partes de la matemática. Abramos un manual de aquel entonces, por ejemplo el de Tomás Vicente Tosca, y encontraremos capítulos enteros dedicados a fortificaciones, balística, etc. Esto contrasta mucho con lo que se podía encontrar en las universidades prusianas hacia 1850, porque aquí se había efectuado una depuración, separando la *matemática pura* –única digna de representación en la Universidad neohumanista– de los temas "tecnológicos" y "aplicados".[12] Estos tuvieron que encontrar acomodo en otros lugares: otros manuales, otras revistas (no la de Crelle), otras instituciones (las *Technische Hochschulen*, no las Universidades).

Tal fue el espíritu que animó a la reforma académica del XIX en Alemania y el contexto en el que los matemáticos se convirtieron en un grupo importante de profesionales investigadores. Si pensamos por un momento en los efectos de semejante reforma, comprenderemos que los matemáticos no podían integrarse plenamente en la universidad sin adaptar su actividad y su escala de valores al patrón imperante. Téngase en cuenta, especialmente, que en aquella época el lugar de la matemática y todas las ciencias no era otro que la Facultad de Filosofía, un entorno institucional especialmente refractario a todo lo que fuera utilitario o ingenieril.[13] Esto nos da una clave para entender mejor el discurso inaugural que Gauss dio en 1808. Los matemáticos tenían que estar a la altura de las expectativas neohumanistas, platonizantes, tenían que probar que su ciencia merecía la dignidad de figurar entre las disciplinas contemplativas de la Facultad de Filosofía.

El proceso de adaptación al nuevo entorno impulsó a los matemáticos a suprimir y abandonar aquellos aspectos de su actividad que habían estado asociados a actividades técnicas y profesionales (recogidos por los ingenieros y los profesores de Escuelas Técnicas), para centrarse en el cultivo cada vez más exclusivo de problemas puramente matemáticos, de los aspectos teoréticos y contemplativos de su disciplina. Para cuando llegó el tiempo (mediados de siglo) en que la versión puramente romántica del Neohumanismo comenzó a declinar y a combinarse con nuevas tendencias culturales, como el positivismo, la reorientación purista había tomado tanto impulso y se había institucionalizado de tal modo, que su continuidad quedó asegura-

[12] La separación se apunta ya en autores de fines del XVIII como Kant, lo cual favorece a la tesis que presento.

[13] Buena muestra de ello son las dificultades que encontraron los químicos de Prusia para instalar laboratorios y conseguir financiación para ellos. Véase Turner [1982] y también Jungnickel & McCormmach [1986].

da hasta el punto de expandirse a otros países. El Neohumanismo es una tendencia cultural que no sólo fue anterior al idealismo absoluto, sino también posterior a él: su impacto resultó muy profundo y perduró a través de cambios notables en la configuración del ambiente intelectual alemán (positivismo, neo-romanticismo, modernismo, historicismo…).

Ahora bien, el proceso que he descrito no debe interpretarse en términos causales y unidireccionales, al gusto de los partidarios de la "construcción social" de la ciencia. Si la orientación purista triunfó, fue porque el cuerpo del conocimiento matemático previamente disponible ofrecía material más que suficiente para suministrar problemas concretos y estimular refundaciones y reorganizaciones. Además, la versión triunfante de la matemática pura fue el resultado de un proceso de "negociación", no entre actores sociales, sino entre los matemáticos promotores del purismo académico y las posibilidades y necesidades que ofrecía el cuerpo de las matemáticas. También en este sentido fue de capital importancia la figura de Gauss, por su extraordinaria capacidad matemática y creativa, unida a una notable sensibilidad filosófica. Tan puristas como Gauss fueron autores como Hindenburg y Martin Ohm, hermano del célebre físico; si el nombre del primero se hizo mítico, mientras los otros dos eran cada vez más ridiculizados, es por factores que desbordan el escenario social y cultural, por factores que cabe llamar cognitivos.

4. Georg Cantor: el organicismo en los orígenes de la teoría de conjuntos

También la obra de Cantor se entiende mucho mejor en el contexto intelectual, científico y filosófico de su tiempo, pero en este caso hablamos de la influencia de ciertas corrientes post-idealistas, y de manera especial la influencia del organicismo. Resulta difícil desentrañar la trama de las inspiraciones de Cantor, porque este hombre creativo y muy original elaboró una filosofía propia a la medida de sus creencias pero también de sus matemáticas, y, a la inversa, forjó una matemática nueva a la medida de su filosofía y sus convicciones ontológicas y científicas. Veamos de qué se trata.

Lo primero que hay que decir –y es una tesis polémica, pero que puedo argumentar en detalle sobre la base un prolongado estudio de la obra de Cantor–[14] es que la dedicación de Cantor a problemas de la teoría de conjuntos de puntos y la teoría de conjuntos transfinitos no se puede explicar satisfactoriamente teniendo en cuenta sólo los grandes problemas abiertos en

[14] Véase mi artículo 'The motives behind Cantor's set theory – Physical, biological and philosophical questions', de próxima publicación en el Festschrift para Sabetai Unguru que editará la revista *Science in Context*. Para una exposición de las ideas de Cantor y sus motivaciones estrictamente matemáticas puede verse mi libro Ferreirós [1999].

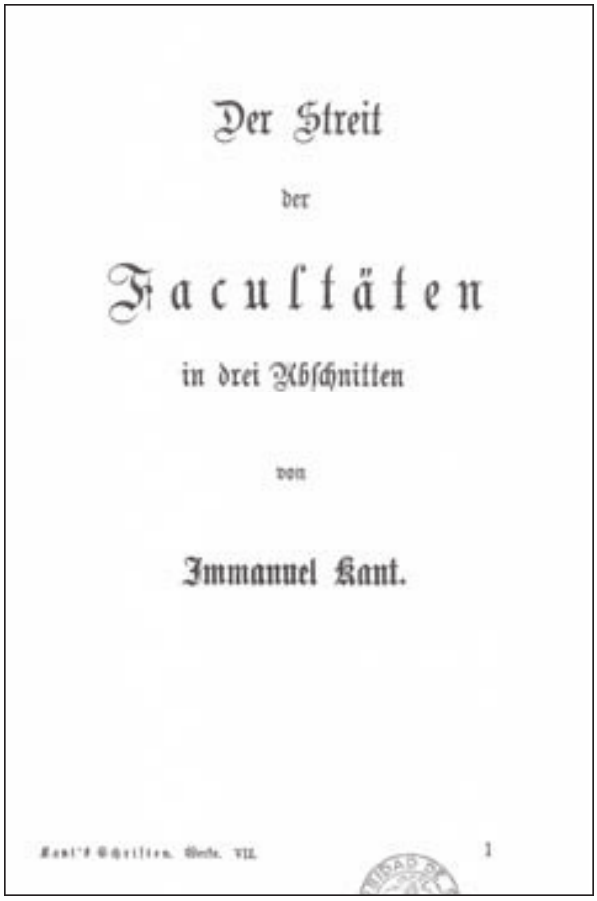

Der Streit
der
Facultäten
in drei Abſchnitten
von
Immanuel Kant.

Fig. 1. En La contienda entre las Facultades (1798), Kant reivindicó la autonomía de la filosofía y las ciencias respecto al Estado y a la educación profesional. Su moderado énfasis en la razón, la libertad, la verdad y la ciencia tenía, aun así, implicaciones subversivas.

Fig. 2. Retrato de Carl F. Gauss a la edad de 26 años (1803), momento en que ya gozaba de gran fama como matemático y astrónomo.

GRUNDLAGEN

ALLGEMEINEN

MANNICHFALTIGKEITSLEHRE.

EIN

MATHEMATISCH-PHILOSOPHISCHER VERSUCH

IN DER

LEHRE DES UNENDLICHEN.

VON

DR. GEORG CANTOR,

LEIPZIG,

COMMISSIONS-VERLAG VON B. G. TEUBNER.

1883.

Fig. 3. En sus Fundamentos para una teoría general de conjuntos (1883), Cantor introduce los números transfinitos y con ello da el paso hacia la teoría abstracta de conjuntos. Se trata de una de sus principales contribuciones, mezcla extraordinaria (como indica el subtítulo) de matemática, ciencia y filosofía.

23.

Halle 24ten Febr. 1900.

Lieber Herr College

Vielen Dank für Ihren Stati-Haeckel.
Ich halte es für sehr werthvoll, daß den schamlosen Angriffen Haeckels gegen das Christenthum der angemaßte Schein der Wissenschaftlichkeit nunmehr vor dem weitesten Kreise entrissen wird.
Die vornehme Scheu vor herzhafter Polemik (in unseren Kreisen so verbreitet!) musste gegenüber solchen Nichtswürdigkeiten weichen.

Hoffentlich gesellen sich zu Ihnen Mitkämpfer, so daß Sie es nicht nöthig haben werden, in Person noch einmal auf die Sache zurückzukommen.

Fig. 4 Carta manuscrita de Cantor a otro profesor de Halle, Friedrich Loos, en la cual alaba la obra de éste y critica fieramente los ataques de Haeckel –famoso evolucionista que formuló una doctrina "monista" de corte materialista– a la metafísica y la religiosidad tradicional.

la matemática de su tiempo. Como dijo Poincaré (un claro simpatizante) en 1883, eran desarrollos prematuros para el estado de la matemática en aquel momento, o, como había dicho su maestro Hermite, eran resultados para los que no se veía ningún interés real y presente. La teoría de conjuntos de Cantor pertenece sin duda a la matemática pura, y en este sentido nuestro hombre estaba plenamente inserto en la dirección que hemos visto inaugurar a Gauss. Pero, contra lo que parece a primera vista, la motivación tras esa teoría no era puramente matemática. Había grandes motivos matemáticos, sin duda, pero había también otros motivos científicos y filosóficos de peso.

Para advertirlo, basta con atender a lo que nos dice el propio Cantor en su artículo más importante, *Grundlagen einer allgemeinen Mannichfaltig - keitslehre* [Cantor 1883]. Conviene resaltar que este artículo es sumamente peculiar, una pieza única en la historia de la matemática moderna por la rica y compleja mezcla de elementos matemáticos y filosóficos que ofrece. Cantor lo publicó enseguida como libro, y le puso por título "Fundamentos para una teoría general de conjuntos. Una investigación matemático-filosófica sobre la teoría del infinito". En esta obra es donde introdujo los célebres *números transfinitos*, que sirven para el análisis abstracto de los diversos tipos de conjuntos bien ordenados y de sus cardinalidades. El paso era radical, y Cantor se sintió obligado a defenderlo de manera especial en el frente filosófico, respondiendo a las viejas críticas de Aristóteles, de los escolásticos y de muchos otros filósofos, replicando a las nuevas críticas de Kronecker, y exponiendo ciertas tesis epistemológicas y metafísicas que relaciona explícitamente con los sistemas de Platón, Spinoza y Leibniz.

Por primera vez en su carrera, Cantor hizo confesión pública de convicciones filosófico-científicas que albergaba desde diez o más años antes.[15] En los *Grundlagen* [1883, § 8, 181–182] abrazó una combinación de realismo e idealismo ("estos dos tipos de realidad [inmanente o ideal y transiente o externa] siempre se dan a la vez") cuyo fundamento sitúa "en la *unidad* del *todo al que nosotros mismos pertenecemos*" y que basa en ideas teológicas –inspiradas por Spinoza, Leibniz y los teólogos católicos– y en una epistemología de inspiración neoplatónica. No se piense que la conexión entre estos elementos y sus matemáticas es forzada o extrínseca: Cantor discutía lo que acabamos de indicar en la sección 8 de la obra, dedicada precisamente a justificar la metodología propia de la matemática moderna. Utiliza esas ideas especulativas precisamente para defender una idea clave que luego haría famosa Hilbert: que en relación a los objetos matemáticos, para considerarlos legítimos y existentes, basta con que estén bien definidos y que formen un sistema lógicamente consistente (o sea, basta su "realidad inmanente o ideal", véase arriba).

[15] Ya durante su carrera y tras el doctorado en teoría de números (1867) estudió muy a fondo la filosofía de Spinoza, y de nuevo en el invierno de 1871–72, cuando escribía sus artículos más famosos sobre análisis matemático (series de Fourier).

Pero el pasaje que nos interesa más, por las revelaciones que ofrece a propósito de las motivaciones de la teoría de conjuntos cantoriana, se encuentra algo antes, al final de la sección 5 de su escrito. Aquí manifiesta Cantor su esperanza en que los nuevos métodos de la teoría de conjuntos contribuyan a resolver las dificultades que encontraron los sistemas de Spinoza y Leibniz, poniendo de nuevo en pie su aproximación a la realidad física y mental. Dichas dificultades, continúa, condujeron a la filosofía crítica de Kant, pero ni esta doctrina ni sus sucesoras han logrado dar un sustituto adecuado a las teorías de Spinoza y Leibniz. Cito ahora textualmente:

> Pues junto a (o en lugar de) la explicación mecánica de la Naturaleza –que en su dominio propio ha contado con todas la ayuda y las ventajas del análisis matemático, pero cuya unilateralidad e insuficiencia han sido expuestas magníficamente por Kant–, no ha habido hasta ahora ni siquiera el inicio de una explicación *orgánica* de la Naturaleza, que tratara de ir más allá y que estuviera armada con idéntico rigor matemático. Una tal explicación orgánica sólo podrá iniciarse, según creo, retomando de nuevo y desarrollando la obra y los esfuerzos de aquellos dos pensadores.[16]

La crítica al mecanicismo se hacía más explícita en una carta de 1886 a Valson,[17] donde Cantor llegaba a afirmar que la gran obra de Newton, *Principia*, se había convertido en "la causa real del positivismo y el materialismo actuales, que se han convertido en una especie de monstruo y se pavonean con el brillante ropaje de la ciencia". Y ello, a pesar de las buenas intenciones del propio Newton, pero a causa de los "graves defectos metafísicos y las perversiones de su sistema".

Dos años antes, en 1884, Cantor había confesado a Mittag-Leffler –el influyente matemático sueco que fundó la gran revista *Acta Mathematica*– que desde 1870 venía trabajando en el proyecto de una "profundización rigurosa en la esencia de todo lo orgánico", lo que había requerido la creación de herramientas matemáticas completamente nuevas: la teoría de conjuntos.[18] Precisamente entre 1882 a 1885, años clave por la riqueza y profundidad de las nuevas ideas que publicó, Cantor elaboró algunas hipótesis sobre la constitución de la materia y del éter, explotando su nuevo análisis conjuntista del continuo, e introduciendo ideas novedosas en teoría de conjuntos de puntos. Su pretensión era desarrollar una gran teoría unificada de las fuerzas físicas y químicas, con vistas a aplicarla al reino biológico y así avanzar en el proyecto organicista.

Estas hipótesis, publicadas en un artículo que apareció en *Acta Mathematica* en 1885,[19] se nos antojan hoy muy pintorescas. Convencido de que

---

[16] Cantor [1883], 177.

[17] Francés que, significativamente, era autor de biografías de Ampère y Cauchy. La carta, sin fecha, aparece en Purkert & Ilgauds [1987], 208–209.

[18] Carta del 22 Sep. 1884, en Cantor [1991].

una teoría satisfactoria de la Naturaleza debía partir de elementos simples de la materia y el éter, rigurosamente puntuales y dados en número infinito, Cantor postulaba por ejemplo que el conjunto de elementos corpóreos es enumerable (del tamaño del infinito más pequeño, $\aleph_0$ en la conocida notación de 1895) mientras que el conjunto de los elementos que forman el éter tiene la cardinalidad del continuo (la segunda cardinalidad infinita, $\aleph_1$, según la célebre Hipótesis del Continuo). Pero aquí no podemos entrar en un análisis detallado de estas ideas. Lo que más nos interesa es que esas cuestiones tenían, según Cantor, ramificaciones en la explicación de los fenómenos orgánicos. Un ejemplo lo da en carta al filósofo y psicólogo Wundt de octubre de 1883: el conjunto de "todas las células orgánicas que hay en el cosmos en un tiempo dado" es infinito y precisamente enumerable, esto es, de la cardinalidad $\aleph_0$.[20] Efectivamente, sobre la base de ciertos supuestos, que para Cantor eran obviamente correctos, este resultado de biología matemática se reduce a un teorema de la teoría de conjuntos de puntos que había publicado en 1882.

Las hipótesis físicas que hemos mencionado y sus aplicaciones biológicas quedaron sin desarrollo, infructuosas. Lo más interesante de ellas es precisamente la nueva luz que arrojan sobre las motivaciones extra-matemáticas que guiaron a Cantor en su extraordinaria investigación del continuo y el infinito. El contexto de las especulaciones organicistas de Cantor ayuda a entender cómo se planteó y logró demostrar ciertos resultados muy importantes en la época más creativa de su carrera. Me limitaré a mencionar algunas que aparecen a una luz nueva, como el mencionado teorema de 1882 sobre la cardinalidad de los conjuntos de infinitos subdominios sin intersección en el espacio $\mathbb{R}^3$, o el teorema del mismo año sobre movimiento continuo en espacios "lacunarios" a los que se ha sustraído un conjunto infinito enumerable de puntos.[21] También las condiciones que establece Cantor en su definición abstracta de "conjunto continuo" publicada en 1883, para la adecuación de la misma, resultan más comprensibles teniendo en cuenta su intención de aplicar el concepto al mundo biológico. Y la propia vía por la que Cantor llegó a su conjetura más famosa, la Hipótesis del Continuo –durante décadas el primer motor de la teoría de conjuntos–, emerge a una luz nueva.

Juzgada a la distancia, con la perspectiva que dan muchas décadas, la teoría de conjuntos fue un puntal muy importante en la consolidación y potenciación de la nueva matemática pura y abstracta. En este sentido, se trató de un avance más en la senda de la nueva profesión matemática universitaria que hemos visto iniciarse con Gauss. Pero no sólo Cantor contri-

[19] *Abhandlungen*, 275–276. Véase también la carta a Mittag-Leffler en Purkert & Ilgauds [1987], 203–205.

[20] Cantor [1991], 142.

[21] Véase el artículo de 1882 en *Abhandlungen*, 139–144.

buyó al desarrollo del enfoque conjuntista, y en otros casos –notablemente el de Dedekind– las motivaciones para el empleo de los conceptos y métodos conjuntistas fueron en buena medida intra-matemáticas y puristas.[22] En todo caso, creo inevitable la conclusión de que en el caso de Cantor las motivaciones matemáticas se conjugaron y entrelazaron de un modo rico y sorprendente con otros motivos filosóficos, físicos y biológicos.

5. El organicismo de Cantor en su contexto histórico

Si observamos estas motivaciones extra-matemáticas de Cantor y tratamos de describirlas en general, nos encontramos con características como las siguientes: la búsqueda de una concepción orgánica de la Naturaleza, contrapuesta al mecanicismo; el interés por conciliar la teoría científica con convicciones metafísicas y teológicas asociadas al cristianismo, a Spinoza y a Leibniz; y, en la vertiente negativa, el horror frente al positivismo, el sensualismo, el escepticismo, y sobre todo el materialismo. Todos ellos son rasgos característicos de corrientes culturales del siglo XIX, y reflejan buena parte de los debates y las polémicas intelectuales y existenciales de aquel tiempo. Veámoslas en contexto.

Las convicciones idealistas de Schelling y Hegel, que habían llenado de entusiasmo a los jóvenes universitarios alemanes durante los años 1820 y 1830, fueron perdiendo terreno por una compleja combinación de factores. Entre ellos podemos mencionar los triunfos de la física matemática y la nueva química, pero también el conservadurismo político de Hegel en una época revolucionaria, y no en último lugar el giro materialista que imprimieron a su filosofía los que (con Feuerbach y Marx) quisieron corregir dicho conservadurismo "invirtiendo" la dialéctica hegeliana. Las décadas intermedias del XIX fueron un momento de cientificismo y positivismo, pero en Alemania resultó especialmente notable la polémica en torno al materialismo de Carl Vogt y otros. Este materialismo "vulgar", como lo llamó Marx, era hijo por un lado de la nueva ciencia (muy especialmente la "fisiología mecanicista" cultivada en Berlín) y por otro de los movimientos políticos revolucionarios.[23]

Los burgueses profesores de Universidad, educados en la tradición religiosa y en el culto romántico al espíritu, y bien establecidos como "funcionarios intelectuales" en la sociedad de la época, se enfrentaron horrorizados a aquellos materialistas que hablaban del pensamiento como una "secreción del cerebro" y que pretendían contribuir a la subversión del

[22] Si exceptuamos aspectos más epistemológicos ligados al proyecto logicista: *cf.* Ferreirós [1999].

[23] *Cf.* Gregory [1977].

orden social. En este ambiente tan caldeado tuvo lugar la primera recepción del darwinismo en Alemania, durante los años 1860, precisamente cuando estudiaba el joven Cantor.[24] Ernst Haeckel fue el biólogo que más se hizo notar como defensor del darwinismo y hostigador de las ideas tradicionales. En un escrito muy posterior, de 1900, Cantor habla de los "desvergonzados ataques de Haeckel a la Cristiandad" y felicita a un colega de su Universidad por la publicación de su *Anti-Haeckel*.[25] Esos ataques "desvergonzados", fanáticamente materialistas y evolucionistas, habían empezado justamente en los años 1860.

Resulta muy tentador suponer que los proyectos filosófico-científicos de Cantor estuvieron marcados por la experiencia de aquella atmósfera intelectual tan inflamable que vivió en sus años de estudiante.[26] Si es así, su reacción frente a la metafísica radical y la política socialista del materialismo fue bastante típica de la burguesía y el profesorado alemanes. Lo atípico es la seriedad y la radicalidad, dignas de un filósofo, con las que Cantor emprendió la tarea de elaborar una nueva concepción matemático-científica del mundo físico y biológico. Pero hay algo más: Cantor pudo encontrar en su mismo entorno intelectual, en las Universidades y las clases a las que asistió, muchos temas clave que inspiraron sus reflexiones filosófico-científicas.

Hacia 1860, en la situación polémica (marcada por las críticas al idealismo y las amenazas del materialismo) que hemos descrito brevemente, algunos filósofos reaccionaron en vena romántica tardía, replanteando problemas que habían sido tratados por filósofos como Kant y Schelling, pero con variaciones inspiradas en los viejos autores Spinoza y Leibniz, los maestros del racionalismo especulativo tantas veces mencionados por Cantor. Cantor asistió a los cursos de dos de estos filósofos: en Berlín, las clases de F. A. Trendelenburg, notable por sus ideas de filosofía política y sus trabajos como historiador; en Göttingen, las lecciones de Hermann Lotze, recordado sobre todo por haber introducido la filosofía de los valores. Hemos visto antes que Cantor defendía en 1883 una combinación de "idealismo y realismo", y precisamente las amalgamas de este tipo fueron características de los filósofos tardorrománticos que trataron de superar a un tiempo el idealismo absoluto y el materialismo.

Ante todo, hay que decir que el debate sobre el mecanicismo era un tema capital de la filosofía alemana desde que fuera tratado por Kant en su doctrina del "juicio teleológico" contenida en la *Kritik der Urtheilskraft* (1790). Como Leibniz mucho antes,[27] Kant quiso conciliar el orden mecá-

---

[24] Buen testimonio de la ideología y sentimentalidad de Cantor en esta época lo dan las cartas que escribió a su padre, *cf.* Dauben [1979].

[25] Carta a F. Loos, profesor de historia de la iglesia en Halle, en Meschkowski [1983], 292–293.

[26] Pero debo confesar que no he encontrado evidencia histórica directa para esta suposición. Lo mejor que encontramos es evidencia indirecta, como la citada carta de 1900 o las declaraciones de los años 1880 que he citado en la sección anterior.

nico de las cosas corpóreas con un orden teleológico del mundo de las almas. En su opinión, sólo la consideración mecánica es objetiva, aunque es radicalmente incompleta, mientras que la concepción teleológica sólo puede ser subjetiva, pero incorpora un ingrediente ideal que es imprescindible a la razón humana. Poco después, Schelling defendió la tesis especulativa de que Alma y Naturaleza son idénticas, de modo que el alma es naturaleza interior y la naturaleza alma exteriorizada. Como corolario de esta doctrina presentó la idea de que el enfoque mecánico, identificado para entonces con el nombre de Newton, era necesariamente incapaz de dar cuenta de los fenómenos orgánicos, y no sólo de ellos, sino también de los físicos y químicos. Se imponía con esto la necesidad de avanzar hacia una concepción orgánica de la Naturaleza.

Vemos que las preocupaciones de Cantor tienen orígenes en la filosofía alemana del cambio de siglo, pero conviene advertir que esos temas habían sido retomados de varios modos por quienes fueron sus maestros de filosofía. Cantor asistió a diversos cursos de Trendelenburg, influyente filósofo que estaba profundamente influido por el teísmo y la ética de Spinoza. Trendelenburg defendía una "cosmovisión orgánica" [*organische Weltanschauung*] postulando un paralelismo entre lo físico y lo mental, dominados ambos por la finalidad y el "pensamiento creativo". Esto recuerda un tanto a la filosofía de Schelling, aunque renunciando al postulado de identidad schellingiano para volver a un mero paralelismo más en línea con Spinoza y Leibniz. Pero la principal diferencia *de facto* es que Trendelenburg renunció completamente a influir en el terreno científico: su "organicismo" no pretendía ser biológico o científico, sino que fue más bien una "cosmovisión religiosa".[28]

Durante un semestre que pasó en Göttingen, Cantor tuvo también ocasión de escuchar al gran filósofo Lotze, que había ofrecido ideas relevantes sobre todo en su famoso libro *Microcosmos*. Es muy digno de nota que Lotze era médico, y como tal fue el primer promotor público del mecanicismo fisiológico, que –según vimos– se cuenta entre las influencias del materialismo de Vogt y otros. Pero en su filosofía recogió las enseñanzas de Leibniz y Kant,[29] e intentó mostrar cómo el reinado omnipresente de las causas mecánicas está estrictamente subordinado a la teleología: la causalidad y el mecanicismo son los fieles siervos encargados de realizar las ideas espirituales que circundan y dan fundamento a todos los fenómenos naturales. Se ha dicho de la filosofía de Lotze que es una modificación espinozista del leibnizianismo, lo que no deja de resultar significativo en el con-

[27] Pero eliminando un supuesto tan especulativo de Leibniz como el de la armonía perfecta. La insistencia en los límites es el elemento "escéptico" que quisieron superar los idealistas y que seguía poniendo tan nervioso a Cantor: "probablemente nunca se ha hecho más por desacreditar la razón humana y sus facultades", escribió en referencia a las Antinomias de la *Kritik der reinen Vernunft*.

[28] Como la llamó otro discípulo suyo famoso, Dilthey, en una recensión de 1860.

[29] Aunque abandonando Lotze las restricciones críticas tan esenciales en su filosofía.

texto de nuestra historia, aunque el recurso a este tipo de etiquetas no ayuda en nada a la comprensión filosófica.

Como vemos, Cantor encontró en las Universidades a las que asistió, y probablemente en las discusiones intelectuales de sus años mozos, los temas clave que inspiraron sus reflexiones filosófico-científicas. A través de Trendelenburg se encontró con Spinoza, a través de Lotze con Leibniz; como buen estudiante y serio aprendiz de filósofo, no se contentó con conocer esas ideas de segunda mano, sino que dedicó gran parte de su tiempo a leer directamente a los maestros del XVII, y de este modo pudo avanzar hacia ideas originales. Como habría dicho Marx, las filosofías de Trendelenburg y Lotze (para lo que nos interesa aquí, y sin negar su posible interés en otros aspectos) no eran más que reacciones ideológicas de la burguesía alemana frente a las amenazas del materialismo y el socialismo. Cantor quiso ir más allá, quiso ser el Newton del organicismo: desarrollar la herramienta conceptual y matemática necesaria (como hizo Newton con el cálculo infinitesimal) y proceder a su aplicación científica.

Cantor no siguió a Trendelenburg en su resignación a no hablar del mundo físico, para centrarse en lo psicológico, la moral y la política; tampoco siguió a Lotze en su resignación a aceptar el triunfo del mecanicismo en el terreno científico. Quiso, como Schelling, elaborar un organicismo que entrara plenamente en la discusión científica, y que complementara o incluso reemplazara al mecanicismo. Pero, a diferencia de Schelling, intentó hacerlo con todo el rigor conceptual y metódico de las matemáticas: abandonó la "lógica dialéctica" y profundizó en el concepto matriz del continuo y en el estudio de los conjuntos de puntos y el infinito. Sus logros matemáticos son evidentes, y no tienen nada que envidiar a un Newton. Pero en lo relativo al aprovechamiento científico de esos logros se quedó muy lejos de sus altas expectativas.

6. Conclusión

Los dos casos que hemos analizado son muy distintos entre sí, pero ambos muestran maneras en que el contexto cultural, intelectual y social puede contribuir de modo importante a conformar la investigación matemática o, más en general, científica.

El ejemplo de Gauss nos enseña cómo los ideales culturales y educativos del Neohumanismo –tendencia inaugurada por filólogos, poetas e historiadores, pero también por filósofos como Kant– dejaron una huella muy profunda en la concepción de la ciencia propia de la Alemania decimonónica. Actuaron nada menos que redefiniendo el *ethos* de la ciencia y los valores característicos de semejante empresa, en un proceso que afectó a la profesionalización de los matemáticos y, con ello, a la orientación de toda una disciplina. (Proceso que, por cierto, no cabe en el esquema de las revolucio-

nes científicas de Kuhn, ya que los cambios valorativos de que hablamos no vinieron inducidos por un "cambio de paradigma" interno a la disciplina, sino por transformaciones institucionales que afectaron a todo el conjunto de las disciplinas científicas).

El caso de Cantor nos plantea la influencia de una problemática científico-filosófica de corte tardorromántico, que buscaba superar el materialismo y lograr una comprensión organicista del universo, como motivación impulsora de su extraordinario trabajo sobre el infinito y el continuo. Entiéndase bien que también existieron motivaciones puramente matemáticas, muy importantes y profundas, pero la cuestión es que éstas no bastan, por sí solas, para entender el desarrollo de las ideas cantorianas (como tampoco bastarían las motivaciones filosófico-científicas por sí mismas).

Una lección común, central en conexión con los temas de reflexión propuestos para el congreso "Ciencia y Romanticismo", es que las simplificaciones de manual difícilmente ayudan a entender el curso de la historia y sus meandros. El Romanticismo fue un movimiento amplio, complejo y contradictorio, como probablemente todos los movimientos culturales. No supuso la muerte de la Ilustración, ni se entiende bien en términos de formaciones culturales excluyentes y absolutamente dominantes, de un *Zeitgeist* o una "esencia" inmutable. Desborda por delante, por detrás y por los flancos al idealismo filosófico, no sólo en otros contextos nacionales, sino también en la misma Alemania. Por delante hemos encontrado una nueva tendencia cultural, intelectual y educativa como fue el Neohumanismo, hija de la Ilustración en cierto sentido, pero madre del Romanticismo en otro. Por detrás, nos hemos topado con las polémicas del positivismo y el materialismo, y con reacciones filosóficas que caen bajo rótulos como los de post-romanticismo y organicismo.[30]

Para terminar, no quiero dejar de señalar una diferencia muy importante entre el argumento acerca de la teoría de conjuntos y el otro argumento "estilo Forman". La historia que he contado a propósito de Cantor podría perfectamente encorsetarse en la vieja idea filosófica de un "contexto de descubrimiento" que no afecta al proceso de recepción, "justificación" y posterior desarrollo. Sólo factores extra-matemáticos como los indicados nos pueden ayudar a entender por qué surgió la teoría cantoriana en la década de 1880, y no bastante después. Pero el impulso organicista murió con el propio Cantor: la teoría de conjuntos de la década de 1900 no estaba en absoluto marcada por las señales de ese nacimiento.

En el caso del Neohumanismo y el *ethos* de la ciencia alemana, la situación es muy distinta: esto no puede reducirse a un mero contexto de descubrimiento sin grandes repercusiones ulteriores, porque estamos hablando de factores que determinaron en buena parte a la disciplina matemática tal

[30] Por los flancos, podríamos haber hablado de Herbart y Riemann –véase Ferreirós [2000]– o también de Fries y los científicos que le siguieron.

como la hemos conocido. Si estoy en lo cierto, el impacto de aquella tendencia en la conformación de la profesión matemática fue muy profundo, como lo fue más en general en todo el contexto de la Universidad alemana, su ideal de la ciencia pura y su redefinición de las disciplinas científicas fundamentales. El rastro de ese impacto puede seguirse a lo largo de muchas décadas, hasta llegar al enorme cataclismo cultural e institucional que supuso la época nazi. Por muchas décadas ha afectado a la producción, la recepción y la transmisión del conocimiento matemático.

Referencias bibliográficas

Cantor, G. *Grundlagen einer allgemeinen Mannichfaltigkeitslehre*, Leipzig 1883. Reimpreso en *Abhandlungen*, pp. 165–208. Traducción española de próxima publicación en *Mathesis.*

— *Briefe*, ed. por H. Meschkowski y W. Nilson, Springer, Berlin 1991.

— *Gesammelte Abhandlungen mathematischen und philosophischen Inhalts*, Springer, Berlin 1932. Reimpreso por G. Olms Verlag, Hildesheim 1966.

Dauben, J. *Georg Cantor. His mathematics and philosophy of the infinite*, Harvard University Press, 1979.

Ferreirós, J. *Labyrinth of Thought. A history of set theory and its role in modern mathematics*, Birkhäuser, Basel/Boston/Berlin 1999.

— *Riemanniana selecta*, CSIC (Clásicos del Pensamiento), Madrid 2000.

Forman, P. *Cultura en Weimar, causalidad y teoria cuántica, 1918-1927: adaptación de los físicos y matemáticos alemanes a un ambiente intelectual hostil*, Alianza, Madrid 1984 [=1971].

Gauss, C. F. "Astronomische Antrittsvorlesung", en *Werke*, vol. 12, Göttingen 1808, pp. 177–98.

— *Werke*, 12 vols., Dieterich Göttingen 1863–1929. Reimpreso por G. Olms Verlag, Hildesheim 1973.

Gregory, F. *Scientific materialism in nineteenth century Germany*, Reidel, Dordrecht/Boston 1977.

Jahnke, H. N. *Mathematik und Bildung in der Humboldtschen Reform*, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1990.

Jungnickel, C., McCormmach, R. *Intellectual Mastery of Nature. Theoretical phy - sics from Ohm to Einstein,* Vol. 1. University of Chicago Press, 1986.

McClelland, J. *State, Society, and University in Germany, 1700–1914*. Cambridge University Press, 1980.

Meschkowski, H. *Georg Cantor: Leben, Werk und Wirkung*, Bibliographisches Institut (1ª edición como *Probleme des Unendlichen* en 1967), Mannheim 1983.

Purkert, W., Ilgauds, H. J. *Georg Cantor 1845–1918*, Birkhäuser, Basel/Boston/Berlin 1987.

Pyenson, L. *Neohumanism and the Persistence of Pure Mathematics in Wilhelmian Germany*, American Philosophical Society, Philadelphia 1983.

Turner, R. S. "Justus Liebig versus Prussian chemistry: Reflections on early institute building in Germany", *Historical Studies in the Physical Sciences* 13 (1982), pp. 129–162.

FIGURAS SOBRE UN FONDO ROMÁNTICO. REPRESENTANTES DE LAS CIENCIAS FÍSICAS EN GÖTTINGEN EN LA DÉCADA DE 1790

John L. Heilbron
Oxford

1. Introducción

El tema de "figuras sobre un fondo romántico" sirve para indicar las relaciones, a veces conspicuas, pero más a menudo oscuras, que los filósofos naturales tuvieron con el Romanticismo en sus días álgidos. No hemos de esperar encontrar muchas conexiones de primer plano entre las ciencias físicas, a las que vamos a dedicar esta conferencia, y el Romanticismo, el cual, en su sentido original y estricto, se refiere a características de la literatura alemana en las décadas en torno a 1800. Estas características – sensibilidad exacerbada, énfasis en la creatividad y la imaginación, atención a lo individual y lo contingente, presentación de la naturaleza como un todo a experimentar, más que un conjunto de partes para analizar, etc. – tienen que ver obviamente con el programa de la filosofía natural. En general se oponen a los rasgos de la Ilustración y del clasicismo que mantuvieron a la literatura alemana esclava de los modelos franceses. De ahí el desprecio romántico hacia la razón tal como la pintaron los *philosophes*, hacia el operar mecánico del alma tal como lo enseñó Locke, hacia las hipótesis abstractas y los fríos experimentos de Newton, y hacia la cuantificación del mundo debida a Newton y a sus discípulos franceses.

Incluso en Alemania, pocos filósofos naturales estaban preparados para abandonar el enfoque general de la ciencia física elaborado durante el segundo y tercer cuartos del siglo dieciocho. Estimaban la experimentación controlada y la medición precisa como único método fiable para avanzar en su disciplina, aunque ciertamente, gran parte de su trabajo y casi todo

su teorizar siguió siendo cualitativo. El despegue del Romanticismo literario en Alemania, en los años 1790, coincidió con grandes avances en las ciencias físicas, especialmente en las cambiantes areas fronterizas entre la física, la matemática y la química. Emplearemos aquí los cambios como flases para proyectar a filósofos naturales prominentes contra el trasfondo romántico. El propósito de hacerlo es revelar los rasgos del primer plano, más que alumbrar conexiones causales entre ellos y el trasfondo. Para fijar ideas, los profesores de ciencias físicas en la Universidad de Göttingen durante los años 1790, y algunos de sus amigos, nos servirán de primeras figuras.

2. La física en torno a 1800

Hacia 1800 la física había elaborado lo que hoy podríamos llamar un "modelo estándar". Su núcleo consistía en una serie de fluidos imponderables (los leptones del sistema) que daban cuenta de los fenómenos de electricidad, magnetismo, calor, luz, calor radiante, etcétera. Las partículas de cada fluido interactuaban según fuerzas que decrecían con alguna potencia de la distancia, normalmente desconocida; y por supuesto actuaban sobre las partículas de la materia ponderable ordinaria (los bariones del sistema) también según fuerzas a distancia, ya que sólo al mover la materia ordinaria podían los fluidos imponderables notificar a los filósofos su existencia. Las partículas de materia interactuaban también siguiendo fuerzas a distancia, de cerca según la fuerza fuerte de cohesión, y a cualquier distancia según la fuerza débil de la gravedad.[1]

En los casos excepcionales de la gravedad, la electricidad y el magnetismo, los filósofos podían jactarse de conocer la potencia exacta de la distancia con la que declinaba la fuerza. En todos ellos, la potencia era, y es, dos. Cien años antes (medidos desde fines del XVIII) Newton había demostrado la ley de la gravedad, y casi ayer, en 1785, Charles Augustin Coulomb había hecho lo mismo para la electricidad y el magnetismo. El método para medir la fuerza eléctrica que Coulomb mostró a sus colegas de la Académie Royale des Sciences en París, aquel año, no era fácil de practicar. Aunque los académicos que lo vieron manejar su balanza de torsión certificaron y celebraron sus resultados, los filósofos naturales alemanes que intentaron repetir sus experimentos a comienzos del XIX fracasaron completamente, y así, de acuerdo con las leyes de la ciencia, pusieron en duda o rechazaron sus afirmaciones. No tuvieron mejor suerte los historiadores de la ciencia

[1] J. L. Heilbron, *Weighing imponderables and other quantitative science around 1800*, University of California Press, Berkeley 1993, cap. 1 (*Historical studies in the physical and biological sciences*, 24:1, supl.).

que hicieron la prueba hace pocos años.[2] Estos hechos bastan para indicar la sin par habilidad experimental de Coulomb; la predisposición de sus colegas, en su mayoría matemáticos, a aceptar unas fuerzas de electricidad y magnetismo con la familiar forma de la gravitación; y la opuesta predisposición de los filósofos experimentales (por usar la expresión inglesa de aquellos tiempos) a dudar de que, tras la confusión de los fenómenos, reinaran leyes matemáticas simples y universales.

El enfoque francés puede considerarse consonante con aspectos básicos del pensamiento ilustrado: la razón como suprema facultad de la mente; las matemáticas como la más poderosa herramienta de la razón; la naturaleza (incluyendo la humana) como racional en esencia; las leyes de la naturaleza como comprensibles; el curso de la naturaleza, como susceptible de cálculo; y la explotación de la naturaleza para propósitos humanos como legítima, y, con la ayuda de la ciencia, efectivamente ilimitada. Coulomb creía que su concepción de la fuerza eléctrica, eminentemente racional, posibilitaría a los matemáticos predecir, en principio, el resultado de cualquier experimento electrostático. Él mismo dio algunos ejemplos y los confirmó mediante mediciones. Su joven colega Jean Baptiste Biot, autor en 1816 de un *Traité de physique expérimentale et mathématique* en cuatro volúmenes (del que hay argumentos para decir que fue el primer libro de texto de la física moderna), proclamó fundadores de su disciplina a Coulomb y a Charles Borda, inventor de un instrumento de medición angular adaptable y preciso.[3] Biot fue el ayudante en jefe de Pierre Simon de Laplace, quien afrontó la tarea de reducir toda la física a las matemáticas de las fuerzas a distancia, trayendo al suelo –como le gustaba decir– los principios que regulaban los cielos.[4]

La oposición a la escuela francesa vino de varios frentes, en todos los cuales, sin embargo, siguió reinando el modelo estándar, interpretado cualitativamente. Junto a los experimentadores alemanes que eran incapaces de reproducir las mediciones de Coulomb (Paul Louis Simon en Berlín y G. F. Parrot en Dorpat), había expertos electricistas que solo aceptaron la validez de sus resultados para el dispositivo experimental particular que había empleado. A la cabeza entre estos expertos estaban Alessandro Volta, el electricista más respetado del mundo, y su amigo Jean André Deluc, tutor de la Reina de Inglatera en filosofía natural, y hombre cuyas ideas suscita-

[2] Peter Heering, "The replication of the torsion balance experiment, the inverse square law and its refutation by 19th-century German physicists," en Christine Blondel y Matthias Dörries, edit., *Restaging Coulomb. Usages, controverses et réplications autour de la balance de torsion*, Olschki, Florencia 1994, pp. 47-66.

[3] Susan F. Cannon, "The invention of physics," en Cannon, *Science in culture,* Science History Publications, Camden, MA, 1978, pp. 111-37.

[4] Citado en Henry Guerlac, "Chemistry as a branch of physics: Laplace's collaboration with Lavoisier": *Historical studies in the physical sciences, 7* (1976), pp. 193-276, en 272, 274.

ban respeto en aquel tiempo.[5] No es que Volta y Deluc rehuyeran la teorización o los cálculos; ambos desarrollaron elaboradas hipótesis sobre los mecanismos de la naturaleza, diseñaron y utilizaron precisos instrumentos, precisaron sus mediciones con muchos decimales, y en ocasiones extrajeron de ellas una regla empírica útil. Pero Deluc nunca logró poner a la par sus números y sus teorías, y Volta no estableció relaciones cuantitativas entre sus fuerzas fundamentales y las importantes relaciones fenomenológicas que dedujo de sus mediciones.[6] En lo tocante a su escepticismo hacia el programa reduccionista de la escuela francesa y a su restricción de la ley de Coulomb a las circunstancias particulares de su experimento, Volta, Deluc, Simon y Parrot conectaban con el trasfondo romántico.

Simon hizo público su desacuerdo con Coulomb tras conocer que también Volta rechazaba la ley del inverso del cuadrado y preparaba una refutación de ella. El informante fue Johann Wilhelm Ritter, uno de los pocos practicantes de una filosofía natural indiscutiblemente romántica.[7] Su ciencia ocupaba un extremo en la serie de filosofías derivadas de la llamada física dinámica de Immanuel Kant. Para eliminar lo que juzgaba una dualidad innecesaria entre materia y fuerza, Kant había argumentado que los fenómenos debían representarse en términos de un equilibrio dinámico entre atracciones y repulsiones. La fuerza gravitacional centrípeta implica una fuerza centrífuga opuesta (a menos que todo el universo acabe colapsando), y las dos, luchando por el equilibrio, bastan para producir el mundo que experimentamos.[8] Pero la descripción en términos de fuerzas sería inútil si no se expresara matemáticamente; la química, que descansaba sobre el concepto de afinidad, no podía cuantificar sus teorías y así, para Kant, no alcanzaba el rango de ciencia (y, según él creía, no lo haría en mucho tiempo). En todo esto siguió ideas de la Ilustración. Sin embargo, combinada con alguna otra de sus enseñanzas, su teoría dinámica inspiró lo que muchos historiadores consideran como ciencia característicamente romántica. Se trata de la "física especulativa" o *Natürphilosophie* de Friedrich Schelling; y la doctrina kantiana implicada en su génesis tiene que ver con el aprendizaje a partir de la percepción sensorial.

Se trata de la doctrina kantiana del espacio, el tiempo y la causalidad como condiciones de toda experiencia, como intuiciones o categorías que la acompañan necesariamente. Estas condiciones son impuestas por la mente humana: no hay modo de saber cómo son las cosas, en realidad, al margen

---

[5] J. L. Heilbron, *Electricity in the 17th and 18th centuries,* 1979; reimpr. Dover , New York 1999, pp. 475-6.

[6] J. L. Heilbron, "Analogy in Volta's exact natural philosophy," *Nuova Voltiana, 1* (2000), pp. 1-23.

[7] Heering (ref. 2), pp. 56-7.

[8] Michael Friedman, *Kant and the exact sciences,* Harvard University Press, Cambridge 1992.

de la ordenación que les imponemos según el espacio, el tiempo y la conexión causal. Para aproximarse a la posición de Schelling basta con ampliar el componente *a priori* de la experiencia en lo relativo a la dinámica de atracción y repulsión. En la física especulativa el analista relaciona y explica los fenómenos en términos de órdenes de fuerzas, desde la gran atracción y repulsión abstractas que subyacen al mundo, bajando hasta las diversas fuerzas polares de la electricidad, el magnetismo y la química, en las que el par opuestos encuentra expresión. Schelling le da un papel al experimento, igual que lo hacía Descartes: confirmar las consecuencias deducidas especulativamente del sistema de fuerzas polares. La *Natürphilosophie* tendió a ser cualitativa, subjetiva, impresionista y –especialmente bajo la forma que Goethe le dio– anti-newtoniana.[9]

La *Natürphilosophie* sostuvo la verdad de sus principios dinámicos con más fuerza de la que parecería justificable en una ciencia que descendía de Kant. Según su filosofía crítica los noúmenos objetivos que, organizados por nuestras intuiciones, constituyen los fenómenos, estrán siempre ocultos para nosotros. Debemos renunciar a la esperanza de conocer las cosas en sí mismas: nuestras teorías, incluso las leyes de la naturaleza que mejor hemos establecido, no pueden ser otra cosa que relaciones que hemos logrado detectar entre los fenómenos que nuestra mente ayuda a crear. Tal modestia, poco usual entre profesores, estaba de acuerdo con la posición de muchos partidarios del modelo estándar. Ya que, en el caso ejemplar de la electricidad, el teórico no podría asegurar si se enfrentaba a un fluido o a dos, ni, en el caso más tópico del calor, si necesitaba siquiera un fluido especial, tenía buenas razones para no afirmar que su ciencia alcanzaba la esencia de las cosas. Los matemáticos, pese a su aire de saberlo todo, eran especialmente proclives a notar el carácter arbitrario de las aplicaciones de su ciencia. Quién podía saber si la potencia del decremento gravitacional con la distancia no diferiría quizá de dos por tan poco como se quiera, y esto suponiendo que, en el mundo de las cosas en sí exista algo similar a la distancia. La concepción instrumentalista de las teorías pertenece al lado ilustrado de la herencia de Kant, la fe de Schelling en la física especulativa pertenece a su lado romántico.

Las diversas distinciones entre ideas ilustradas y románticas que hemos considerado hasta aquí pueden expresarse mediante los pares cualitativo/cuantitativo, instrumentalista/realista, hipotético-deductivo/especulativo, y general/particular. Otra diferencia, que quizá sea la más importante de todas, concierne a las actitudes religiosas y sociales. La Ilustración francesa atacó a las iglesias establecidas y, cuando no fue agnóstica o atea, enseñó una teología natural. En política los *philosophes* fingieron reírse de las instituciones del *Ancien Régime* pese a que muchos aceptaron ser sufragados

[9] B.S. Gower, "Speculation in physics: The theory and practice of Natürphilosophie," *Studies in the history and philosophy of science, 3* (1972-73), pp. 301-56.

por príncipes. En Alemania, las clases educadas, incluyendo a muchos clérigos, sostuvieron una teología racionalista, con un mínimo de claves reveladas. Pero su ilustración no les dio grandes satisfacciones: la mayoría de las personas educadas que no eran independientes financieramente servían al estado, y la burocracia estatal estaba obligada a adherirse a la iglesia estatal. Hubiera sido imprudente que los burócratas expresaran ideas poco amistosas para con la religión establecida que habían aprendido en las universidades con apoyo estatal, y *a fortiori* no podían divertirse satirizando a los regímenes a los que servían.[10]

Un modo de resolver el impasse fue la erudición académica. En las décadas en torno a 1800 floreció en Alemania la "crítica superior", el análisis de las escrituras como si fueran cualquier otro texto. La aplicación de las disciplinas (entonces nuevas o con nueva inspiración) de la filología, la paleografía, la numismática, la mitología y la historia universal reveló que la Biblia había sido escrita por muchas manos, algunas más inspiradas que otras; y que la creación de las escrituras podía estudiarse con más facilidad y mayores frutos que la creación del mundo. Con su énfasis en lo particular y lo cualitativo, la crítica superior encaja bien con el modo romántico de pensar. También la historia en general. Las décadas en torno a 1800 pusieron los fundamentos de los estudios históricos modernos.[11]

Las actitudes hacia los programas religiosos y sociales más extravagantes de los *philosophes* conformaron la recepción de la ciencia francesa en Alemania, especialmente después de 1790. Los escritores, burócratas y filósofos, naturales o artificiales, de Alemania se pusieron de acuerdo en que el racionalismo superficial y la irreverencia frívola de Voltaire y los enciclopedistas habían llevado a los revolucionarios franceses por el mal camino de desechar lo verdadero y comprobado junto con los abusos que pretendieron corregir.[12] Exactamente lo mismo sucedía con la ciencia francesa, según muchos analistas, incluyendo a los profesores de Göttingen. Como la revolución política, la nueva química de Lavoisier y sus socios destruía brutalmente lo que muchas generaciones habían elaborado, exaltaba la novedad a toda costa, y amenazaba con arruinar los medios de vida –si no las vidas– de sus oponentes.

---

[10] Nicholas Boyle, *Goethe. The poet and his times*. Vol. 1. *The poetry of desire,* Oxford University press, Oxford 1991, pp. 19-39.

[11] Hans Erich Bödeker et al., edit., *Aufklärung und Geschichte. Studien zur deutschen Geschichteswissenschaft im 18. Jahrhundert,* Vandenhoek and Ruprecht, Göttingen 1986; Wolfgang Küttler et al., edit., *Geschichtsdiskurs*, vol. 2. *Anfänge modernen historischen Denkens,* Fischer, Frankfurt a.M.1994.

[12] T.C.W. Blanning, "France during the French Revolution through German eyes," en H.T. Mason and W. Doyle, edit., *The impact of the French Revolution on European consciousness,* Sutton, Gloucester 1989, pp.133-45.

3. Göttingen

En un espectro de la filosofía natural, limitado por Schelling a la izquierda y Laplace a la derecha, Volta ocuparía el centro, Deluc el centro derecha, y su mutuo amigo Georg Christoph Lichtenberg, profesor de física en la Universidad de Göttingen, el centro izquierda. Si introdujéramos consideraciones políticas y religiosas, Laplace y Schelling se desplazarían al centro y los demás a la derecha. Necesitamos a un matemático y un químico para completar el espectro: los colegas de Lichtenberg y Deluc en Göttingen servirán.

La estrechez de miras en Göttingen puede justificarse como sigue. Los profesores de ciencias naturales en Göttingen gozaban de amplia influencia en la Alemania protestante a través de sus libros de textos y de otros escritos, su correspondencia, y sus viajes. Su famosa biblioteca, la mejor biblioteca universitaria de Alemania, les procuraba cualquier libro que quisieran. Se mantenían al día en todos los campos, discutían los asuntos de actualidad en las muy frecuentes reuniones que celebraban en su pequeña ciudad, y difundían sus comentarios a través de los *Göttingische Gelehrte Anzeigen* [Reseñas eruditas de Göttingen], el boletín semanal de su sociedad científica. También sus museos, laboratorios, jardín botánico y observatorio estaban entre los mejores de Europa, aunque el crecimiento de la universidad y del conocimiento harían necesario un nuevo laboratorio químico y un nuevo observatorio a principios del XIX. La riqueza de Göttingen provenía de su estatus de universidad real. El rey en cuestión era Jorge III de Inglaterra, a su vez elector de Hannover. A menudo acudían a la Universidad de Göttingen en Hannover príncipes reales y otros *gentlemen* y eruditos ingleses.[13] Muchos de los profesores hablaban inglés, y Lichtenberg, que había pasado algún tiempo en Londres, era un maestro de esa lengua.

En un estudio sobre las universidades alemanas esbozado en 1784 por un burócrata prusiano, Friedrich Gedicke, se destacaba a Göttingen no sólo por las razones que acabamos de dar, sino también por los méritos de su profesorado. A Gedicke le pareció que conservaban un gran *esprit de corps*; en base a la teoría de que cada uno debía ser excelente en su campo para merecer el nombramiento, se trataban unos a otros con una indulgencia poco frecuente en las universidades alemanas.[14] Con un mínimo de maledicencias y un máximo de libros, eran libres de desarrollar sus ciencias en cualquier dirección que juzgaran adecuada.

---

[13] Johann Stephen Pütter et al., *Versuch einer akademischen Gelehrten-Geschichte von der Georg-Augustus-Universität zu Göttingen* (4 vols.), Vandenhoek y Ruprecht, Göttingen 1765-1838; Luigi Marino, *Praeceptores germaniae. Göttingen 1770-1820,* Vandenhoek y Ruprecht, Göttingen 1995.

[14] Richard Fester, "Der Universitäts-Bereiser Friedrich Gedicke und sein Bericht an Friedr. Wilhelm II," *Archiv für Kulturgeschichte*, *1* : supl. (1905); extracto sobre Göttingen en Robert y Elborg Forster, *European society in the eighteenth century,* Macmillan, London 1969, pp. 313-20.

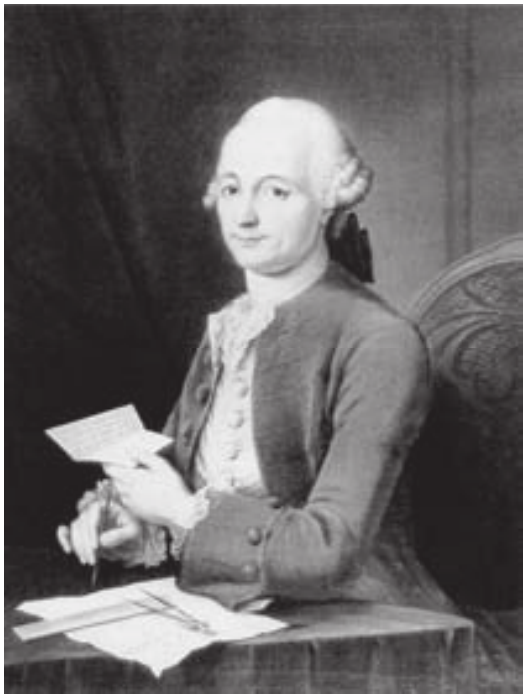


Fig. 1. Lichtenberg. 1791.

Fig. 2. Kästner. 1775.

Fig. 3. La ciudad de Göttingen. 1827.

Fig. 4. Interior de la biblioteca de la Universidad de Göttingen.

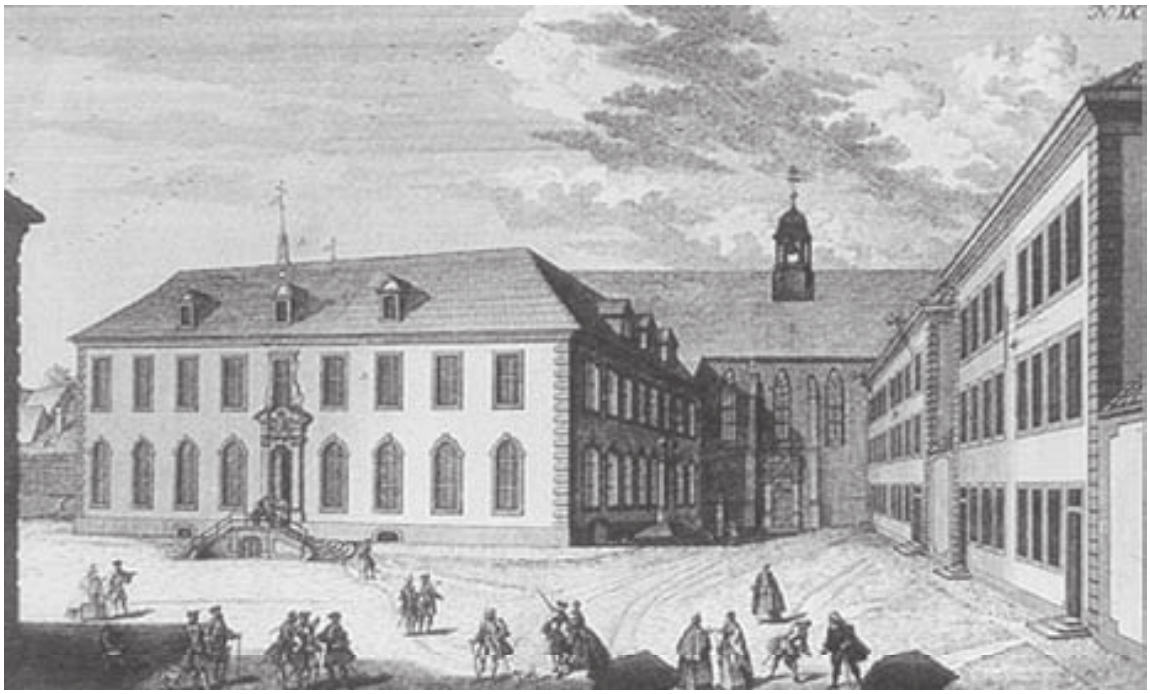


Fig. 5. Exterior de la biblioteca de la Universidad de Göttingen.

La Facultad de Ciencias Naturales acogía a Lichtenberg, Deluc, que actuaba como profesor honorario de geología desde 1797, aunque residía en Berlín o en Londres con preferencia a Göttingen; Johann Friedrich Gmelin, profesor de química; y el más antiguo de todos, Abraham Gotthelf Kästner, profesor de matemáticas. Todos ocupaban sus puestos en 1784 salvo Deluc, cuando Gedicke estuvo de visita en 1784, aunque por entonces ya era bien conocido en Göttingen por sus visitas durante excursiones geológicas. En 1799, año en que Lichtenberg murió, éste había sido profesor en Göttingen durante 29 años, Gmelin durante 24, y Kästner durante 43. Para 1804 todos habían desaparecido: Kästner y Gmelin habían muerto y Deluc había retornado al cielo superior del castillo de Windsor. Estos pocos datos sugieren una ventaja adicional de tomar al profesorado de Göttingen como muestra representativa: formaban un grupo homogéneo e integrado. Y aunque Deluc, nacido en 1727, era 21 años más viejo que Gmelin, y Kästner, nacido en 1719, había sido profesor de Lichtenberg, eran lo bastante conservadores como para pertenecer a la misma generación desde el punto de vista filosófico.

No se trataba de meros especialistas. Lichtenberg escribió sobre muchas cosas aparte de sus ciencias, en particular sobre el arte de William Hogarth, y todavía es leído como estilista.[15] Deluc consideró provincia suya toda la física y sus aplicaciones a la geología y a la Biblia; también entró en política en su ciudad natal de Ginebra, corregía las opiniones religiosas de cualquiera que quisiera escucharle, rescató a Bacon de los enciclopedistas sin dios, encabezó la guerra química de Alemania contra Lavoisier, y se rompió la cabeza tratando de vencer a la religión racional y la física dinámica de Kant.[16] Gmelin, cuando no daba clases o escribía sobre química, hacía amplias incursiones en la biblioteca de Göttingen, ninguna de cuyas partes –desde la preparación de ungüentos para momias, pasando por la minería, la metalurgia y la industria química, hasta los debates contemporáneos sobre la teoría química– escapó a su atención. Acompañó a Deluc en la lucha contra los franceses.[17] Kästner se ganó cierta reputación como poeta y también como matemático puro y aplicado: el mejor poeta entre los matemáticos, y el mejor matemático entre los poetas, como le gustaba mofarse a su sucesor C. F. Gauss. Kästner ocupa un lugar honorable en el canon de los autores alemanes del siglo XVIII y en la legión de precursores de la geometría no euclídea. Tanto él como Lichtenberg eran conocidos y temidos por la agudeza de sus aforismos; pero mientras que Lichtenberg mantuvo

[15] Joseph Peter Stern, *Lichtenberg: A doctrine of scattered occasions. Reconstructed from his aphorisms and reflections,* University of Indiana Press, Bloomington 1959.

[16] No existe ningún estudio satisfactorio de la vida y obra de Deluc; hay uno en marcha.

[17] E. H. E. Pietsch, *Die Familien Gmelin und die Naturwissenschaft,* Gmelin Institut, Frankfurt a.M. 1964; Karl Hufbauer, *The formation of the German chemical community (1720-1795),* University of California Press, Berkeley 1982.

los suyos principalmente confinados en sus diarios, Kästner salpimentaba a sus enemigos y también a sus amigos con pequeños epigramas ingeniosos sobre todo tipo de asuntos.[18]

Kästner escribió una historia de la matemática en cuatro volúmenes, que no alcanzaba más allá de 1650; no porque él se diera por vencido, sino porque murió antes de llegar más lejos. Trabajando a menor escala, Gmelin completó una historia de la química en tres volúmenes. Lichtenberg, que sufría de mala salud, no emprendió la labor correspondiente para la física, contentándose con escribir una biografía de Copérnico y con ayudar a establecer la carrera literaria de Johann Christian Fischer en Jena, quien escribió sobre la física – en ocho volúmenes – para la misma colección en la que aparecieron las historias de Kästner y Gmelin.[19] El creador de la serie, Johann Gottfried Eichhorn, profesor de lenguas orientales en Göttingen, fue también uno de los inventores de la crítica superior. Una importante innovación de la colección de Eichhorn es que no empezaba en la antigüedad, sino en lo que denominó el renacimiento del saber, siglos XII y XIII. Pretendía que fuera útil a los cultivadores actuales, a la vez que un tributo al pasado.[20] Esos volúmenes aun merecen consultarse en tanto indicativos de lo que los expertos de 1800 consideraban significativo en la historia de sus ciencias. Deluc no escribió para la colección de Eichhorn, pero sí trató, en seis volúmenes, de la historia "física y moral" de la Tierra y el hombre post-diluviano.

En suma, nuestros profesores eran hombres muy leídos y bien informados, entrenados en sus disciplinas hacia mediados del XVIII, conservadores a finales de siglo, y ornamentos de la universidad más célebre y avanzada de Alemania. Es tiempo de examinar sus ideas acerca de actividades en las fronteras de la física con la matemática, la química, y el dinamismo kantiano.

4. Estímulo y respuesta

La frontera entre física y matemática

En la década de 1790, muchos de los temas reclamados por la física del XIX pertenecían a las matemáticas. Kästner enseñaba los temas aplicados que la tradición asociaba con su cátedra: óptica geométrica, hidrodinámica, teoría planetaria, etc. Lichtenberg, como profesor de física, discutía las propieda-

[18] *Neue deutsche Biographie, 10*, 734-6; Carl Becker, *A.G. Kästners Epigramme,* Niemeyer, Halle a.S. 1911.

[19] J.L. Heilbron, "Physik und Physikgeschichte in Göttingen," en *Georgia Augusta, 74:5* (2001), pp. 45-58 (Göttingen Universität, *Nachrichten*).

[20] Giuseppe D'Alessandro, *L'illumanismo dimenticato. Johann Gottfried Eichhorn (1752-1827) e il suo tempo,* Liguri, Naples 2000).

des generales de la materia (atracción, repulsión, cohesión, gravitación) y las diversas ramas asociadas con los imponderables: electricidad, magnetismo, calor y luz. Además prestaba atención, con intensidad creciente, a uno de los dos campos más excitantes de la ciencia física en su tiempo: las propiedades de los gases descubiertos desde 1760 en adelante (el otro campo excitante era el galvanismo). En su libro de texto frecuentemente revisado –o mejor, en sus frecuentes revisiones del libro de texto escrito por su predecesor Johann Polycarp Erxleben– Lichtenberg empleaba pocas matemáticas más allá de la regla de tres. Pero como estudiante de Kästner y como director del observatorio astronómico sabía lo bastante de matemáticas como para editar los manuscritos técnicos de Johann Tobias Mayer, el anterior director del observatorio, quien había diseñado un método para encontrar la longitud en el mar observando la Luna.

Kästner se reía de la física cualitativa que Lichtenberg enseñaba, o que, según lo expresaba Kästner, ilustraba para estudiantes en busca de entretenimiento más que de comprensión. La práctica de Lichtenberg y la crítica de Kästner se hacían eco del desarrollo de la física experimental durante la Ilustración. Desde comienzos del XVIII, conferenciantes dentro y fuera de las universidades habían diseñado cautivadoras demostraciones de los nuevos descubrimientos físicos, para edificación y diversión del público educado. Sin embargo, desde 1770 aproximadamente la retórica y el programa de cuantificar la física, que puede rastrearse hasta Bernard le Bovier de Fontenelle (secretario permanente de la Academia de París) y Christian von Wolff (portavoz de Leibniz e instructor de Alemania en todos los temas modernos respetables) a comienzos de siglo, comenzaron a dar frutos. Modelo ejemplar de esta cuantificación era la obra de Coulomb sobre electricidad y magnetismo.[21]

Lichtenberg realizó sus contribuciones más conocidas a la física experimental en el campo de la electricidad. Fueron las llamadas "figuras de Lichtenberg", con las que tropezó al repetir los experimentos de Volta con el electróforo. Al frotar la torta dieléctrica del electróforo para cargarlo, el polvo y las virutas que sin pretenderlo estaban presentes se dispusieron de una manera curiosa. Buscando saber más, Lichtenberg dispersó un polvillo ligero sobre la torta cargada. El polvillo se dispuso siguiendo patrones característicos que dependían, entre otras cosas, de la naturaleza del polvo y del signo de la electricidad sobre el dieléctrico. No logró explicar el fenómeno, no digamos ya calcular los patrones a la manera de Coulomb. Tampoco pudo Volta. El problema no es fácil.[22]

Aunque Lichtenberg mantuvo correspondencia con Volta y algunos otros electricistas, ninguno mencionaba a Coulomb o al enfoque francés de la electrostática. El nombre de Coulomb no aparece en ningún lugar de la extensa correspondencia publicada de Lichtenberg, ni tampoco el de Franz

[21] Heilbron (ref. 1), cap. 2.
[22] Heilbron (ref. 5), pp. 412-24.

Aepinus (quien analizó los fenómenos eléctricos y magnéticos matemáticamente –aunque necesarimente en función de una ley de distancias desconocida– antes de Coulomb) salvo en un contexto que no tiene nada que ver con la electricidad. Tampoco Kästner, que no enseñaba los temas de Lichtenberg, dio clases sobre la mezcla de experimento y cálculo de Coulomb. Parece que, en la vieja división de tareas universitaria, no había un lugar conveniente para enseñar una innovación como ésa. Literalmente caía entre dos cátedras. Esto puede explicar el que, aparte de Simon, del último volumen de la *Geschichte der Physik* [Historia de la física] de Fischer (publicada en 1808) y de una o dos referencias más, el experimento clásico de Coulomb no fuera mencionado en Alemania antes de que Biot lo convirtiera en fundamento de la física matemática en 1816. Los ingleses tampoco le prestaron mucha atención. Thomas Young lo discutió en su *Course of lectures on experimental philosophy and the mechanical arts* (2 vols., 1807) como si hubiera tenido éxito con él. Pero a su juicio la ley de Coulomb corroboraba una conjetura obvia sobre la fuerza eléctrica y no señalaba en dirección fructífera. Consideró el desarrollo matemático que le dieron los seguidores de Laplace un virtuosismo inútil.

Había, sin embargo, otro uso de la matemática en la física: realizar y registrar mediciones de precisión. El geólogo honorario de Göttingen, Deluc, fue uno de los más precoces y feraces medidores de Europa. Empezó su carrera inventando un barómetro lo bastante preciso, y un protocolo experimental lo bastante fiable, como para determinar las alturas de los Alpes con un margen de unos pocos cientos de pies. Su mejora más importante fue situar termómetros precisos en la base y en la cima de la altura a medir, y elaborar las correcciones de sus lecturas barométricas según la temperatura. Su "regla" (una fórmula para la altitud en términos de las lecturas de presión y temperatura en las dos estaciones, y también de la latitud) fue confirmada y refinada por muchos otros investigadores, incluyendo a Laplace. Como indicación de las profundidades escolásticas a las que llevaron la determinación de las altitudes barométricas, será más que suficiente la prodigiosa fórmula que sigue, debida a Laplace:

$$z = \{\log(h/H)18336(1 + 0.0028371\cos 2f)\}\bullet\{1 + 0.002(t + t')\}\bullet$$
$$\bullet\{1 + z/a(1 + 0.0868589/\log(h/H)\}$$

Aquí $H = h + h'(T - T')/5412$; h, T, t (y h', T', t') son las lecturas del barómetro y las temperaturas del barómetro y del aire en las dos estaciones, a = 6366198 m es el radio de la Tierra, f la latitud, y z la cantidad buscada, la distancia perpendicular entre las dos estaciones. Deluc anduvo a vueltas con su regla hasta que fue octogenario. Lichtenberg también jugueteó con ella.[23]

[23] Heilbron (ref. 1), 31-3; G. L. Lichtenberg, *Briefwechsel*, ed. Ulrich Joost and Albrecht Schöne (4 vols.), Beck, Munich 1983-92, 4, pp. 1010-11 (de aquí en adelante *LB*).

Para Deluc, el propósito supremo de la hipsometría barométrica (para darle su nombre a aquel arte) era colaborar en el registro de fósiles y en determinar la altitud de las montañas antediluvianas, a fin de impulsar su magna empresa de identificar las reliquias del diluvio de Noé. Dedicó la misma atención extravagante a establecer la capacidad de la atmósfera para absorber agua; el resultado confirmó sus sospechas de que las aguas del diluvio no podían haber caído del cielo, sino que debían haber aflorado de cavernas bajo tierra.[24] Podría haber promovido su apologética con el mismo éxito sin llevar sus consideraciones al tercer o cuarto decimal. Pero ese no era el estilo Deluc. En cuanto hijo de un fabricante de relojes, podía diseñar y admirar los instrumentos exactos. Como antiguo estudiante de matemáticas en la Académie de Genève y de física con el exigente George Louis Lesage, Deluc conocía y respetaba los mejores estándares científicos de su tiempo. De sus instrumentos, digamos por último que pueden haberle ganado su puesto como tutor de la reina. Cuando emigró a Inglaterra en 1773, tras el colapso de su negocio en Suiza, sus amigos lo presentaron a la Reina y el Rey. A su majestad el Rey le dio un barómetro superexacto, con el que tomar las altitudes de sus torres; a la Reina, un exquisito higrómetro para regular la humedad de sus invernaderos.

La frontera entre física y química

Lavoisier ocupó la frontera entre física y química del mismo modo que su camarada Coulomb lo hizo con la frontera entre física y matemáticas. Los filósofos naturales habían estado absortos en la pneumática mucho antes de que la nueva química requiriese su atención. La situación en los años 1770 y 1780 puede ilustrarse ampliamente mediante la obra de Volta. Investigó en detalle la dilatación de los aires al calentarlos y obtuvo un excelente valor para el coeficiente de expansión. Los gases le interesaban como aproximaciones a los fluidos imponderables del modelo estándar, y además siempre disfrutó con la medición. El interés por cuantificar otras propiedades de los gases le condujo a la eudiometría, o medición de la respirabilidad del aire. Comenzó con la técnica introducida por Joseph Priestley, quien determinaba la cualidad de un aire por su disminución en volumen al mezclarlo con "aire nitroso" (óxido nítrico, NO) sobre agua. (El oxígeno en el aire de prueba se combina con el NO reduciendo el volumen total, $2NO + O_2 = 2NO_2$; la solución de NO_2 en el agua disminuye el volumen aún más.) Volta maximizó el efecto empleando "aire inflamable" (hidrógeno) en lugar

[24] M. J. S. Rudwick, "Jean-André Deluc and nature's chronology," en C. L. E. Lewis y S. J. Knell, edit., *The age of the earth,* The Geological Society, London 2001, pp. 51-60 (Geological Society, *Special publications,* 190).

[25] Giovanni Polvani, *Alessandro Volta,* Domus Galileiana, Pavia 1942.

del aire nitroso, e incorporándolo en un instrumento donde una chispa eléctrica hacía que los gases se combinaran. De este modo Volta determinó con cierta precisión la ratio entre "aire eminentemente respirable" (oxígeno) y "aire mefítico" (nitrógeno) en la atmósfera, y se aproximó al capital descubrimiento de que el aire eminentemente respirable y el aire inflamable se combinan para formar agua. Además, descubrió por sí mismo un nuevo aire, el "gas de ciénaga" (metano), al proseguir una observación de Benjamin Franklin publicada por Priestley.[25]

Priestley y los otros químicos y filósofos naturales británicos que detectaron por vez primera los varios tipos de gases, y sus reacciones semejantes a la combustión, los interpretaron según la teoría en boga del flogisto. Quemarse equivalía a perder flogisto, ser incombustible a retenerlo. Así, para Priestley el aire eminentemente respirable era "deflogistizado"; el aire mefítico, que no ardía, "flogistizado"; y el aire inflamado, el presunto flogisto débilmente combinado con algo más. En tanto determinante de las propiedades específicas de los fluidos elásticos, el flogisto encajaba fácilmente en el modelo estándar tal como lo elaboraban los químicos.[26]

Con su rechazo del flogisto, su elevación de los diversos aires a elementos, y su absurda doctrina de que dos gases, uno el principio de la combustión y el otro altamente inflamable, se combinaban para dar agua, Lavoisier indisponía e irritaba a los químicos de viejo estilo como Gmelin y a filósofos románticos como Ritter. ¿No se había aceptado al agua como un elemento o principio homogéneo fundamental en física y química desde los griegos? Lavoisier suponía que todo gas elemental consistía en una sustancia especial combinada con la materia del calor. ¿Dónde encajaba el flogisto? Y para mayor demérito de su esquema, él y sus amigos reformistas franceses lo llenaban de nombres nuevos, en lugar de terminologías tan bellas, familiares y sugerentes como "espíritu del vino" y "mercurius calcinatus per se". A los franceses les importaba un rábano la tradición.

Los científicos de la Universidad de Göttingen encabezaron la oposición al sistema francés en Alemania. Gmelin multiplicó las objeciones, algunas intrincadas y otras pocas significativas, persistiendo en ellas durante una década; si bien, cuando llegó a Lavoisier en su historia de la química, trató tanto a la "química anti-flogística" como a su inventor con justicia e incluso con afecto.[27] Deluc no llegaría a conceder tanto. Pensó que tenía un argumento definitivo contra la composición del agua, y por consiguiente contra la elaborada construcción que los franceses habían montado sobre ella. Su argumento derivaba del testimonio impecable de su fiel higrómetro. Había observado en varios ascensos a los Alpes que el higrómetro no revelaba ninguna humedad inmediatamente antes de que diluviase. ¿De dónde

[26] Ferdinando Abbri, *Le terre, l'acqua, le arie: La rivoluzione chimica del settecento,* Il Mulino, Bologna 1984.

[27] Hufbauer (ref. 17).

sale entonces la lluvia? No podía haber existido suspendida en el aire, o por usar el vago término con el que la mayoría de los filósofos naturales de entonces expresaban su incertidumbre acerca de la evaporación, no podía haber estado "disuelta" en la atmósfera.[28] ¿De dónde entonces? Del único lugar posible: el aire mismo. La evaporación consiste en la transformación del agua en aire debida al calor. Deluc notó correctamente que el vapor de agua se comporta como un gas, y empleó esa idea para enunciar la ley de la presión parcial mucho antes de John Dalton; pero su aplicación de las precipitaciones a los principios químicos fue precipitada. Según Deluc el aire, que todo el mundo por entonces sabia que era una sustancia compleja, contiene agua y algo más. Identificó estos ingredientes adicionales: calor o fuego material, y flogisto. Lo que Lavoisier llama oxígeno es agua más fuego menos flogisto; su hidrógeno es agua más fuego más flogisto; cuando los gases se unen, producen agua, calor y llamas, tal como muestran todos los experimentos.

Sin duda el argumento de Deluc tiene sus defectos, aunque puede no ser fácil especificarlos. Muchos químicos y filósofos naturales alemanes lo consideraron persuasivo o incluso devastador. Lichtenberg escribió en su defensa, animado al saber que Volta lo apoyaba también; pero como Lichtenberg tendía a ver todos los aspectos de una cuestión (la teoría de Deluc la consideraba irrefutada, pero no irrefutable), en su libro dio explicaciones de los fenómenos químicos tanto flogísticas como anti-flogísticas. Fueran sus méritos los que fueran, la teoría de la lluvia de Deluc no ofrecía una alternativa a la nueva química, que prosperó sin una solución al acertijo de Deluc. Como escribió uno de los corresponsales alemanes de Lichtenberg, aunque se podían plantear objeciones a las explicaciones de Lavoisier para fenómenos aislados, la armonía y corrección del sistema como un todo transmitía tanta convicción como es posible en estos asuntos. Laplace había advertido a Deluc en los años 80, cuando éste le puso al corriente de sus teorías atmosféricas, que la meteorología era un tema demasiado dificultoso para servir como fundamento de la física. "*El cielo nos guarde de todas las meteorologías basadas en creaciones de nuestra imaginación*". Así decía Lichtenberg en 1788, dando un buen consejo que él mismo no siguió.[29]

La evaluación del derrocamiento francés de la química tradicional se complicaba según fueran las actitudes hacia la revolución aún mayor que amenazaba a Europa en los años 90. Los profesores de Göttingen, como la mayoría de los alemanes cultos, deploraron la Revolución Francesa cuando resultó claro que había en juego algo más que la libertad filosófica. Se sintieron amenazados directamente por la destrucción del *Ancien Régime* y la exportación de la revolución por la fuerza de las armas. El gobierno de

[28] W. E. K. Middleton, *A history of the theories of rain and other forms of precipitation,* Watts, New York 1966.

[29] *LB, 3*, 597,112, 1123, 1191; Hufbauer (ref. 17), pp. 100-2, pp. 133-6.

Hannover restringió las reuniones públicas y reprimió las publicaciones que consideraba subversivas. Durante un tiempo, si bien el atropello no duró mucho, los censores abrieron los envíos de libros a los profesores y a la biblioteca de Göttingen, y cerraron una revista editada por el experto de Göttingen en estadística histórica y organizaciones políticas, A.L. Schlözer.[30]

En esta atmósfera, era plausible poner a la química de Lavoisier en el mismo saco que todo un programa francés más amplio para la subversión de los valores europeos. Lichtenberg se refirió a Lavoisier y su grupo como "químicos jacobinos". Deluc consideró la destrucción de la vieja química como parte del mismo ataque a la tradición que dio origen al reino del terror. Los "neólogos", como llamó a los autores de la nueva nomenclatura química, trataban de imponerse mediante novedades y eslóganes, igual que los políticos y los *philosophes* excitaban al público con frases vacías como "derechos del hombre" y "libertad, igualdad, fraternidad". En tal emergencia, los filósofos naturales tenían que luchar para salvar lo que se pudiera en química, con la esperanza de que al vencer a los jacobinos en ciencia se pudiera ayudar a expulsarlos en todas partes.[31]

En su fiera antipatía hacia la revolución, incluyendo su frente químico, Deluc coincidía con Edmund Burke, a quien había conocido en Inglaterra, y –aunque esta vez sin la química– con la política exterior de Jorge III. Por un tiempo, Deluc actuó como agente de Jorge buscando alianzas en Alemania contra los franceses. La antipatía de Deluc hacia todo lo francés, salvo el lenguaje, se intensificó con la ocupación francesa de Ginebra, donde en un tiempo había desempeñado un papel importante en la obtención de concesiones políticas a favor de la burguesía de las familias patricias en el poder. En tales circunstancias se había hecho amigo de Rousseau. Como Gmelin y Lichtenberg, Deluc tenía sentido del equilibrio y de la justicia, y como ellos se vio empujado hacia la derecha durante los años 90.

Entre los valores pisoteados por los revolucionarios estaban los de la religión revelada. Esto perturbó a nuestros profesores más que la química anti-flogística. Lichtenberg, hijo de un pastor, aunque no devoto, se mantuvo en las doctrinas que había aprendido en el hogar. Gmelin era religioso y observante de modo convencional. Kästner escribió tratados sobre la otra vida, la inmortalidad del alma y la creación a partir de la nada.[32] Deluc, el más sofisticado de todos ellos en asuntos religiosos, empleó sus lecturas del registro geológico para establecer la validez histórica del relato bíblico del diluvio, y "por tanto" (el razonamiento no es intachable) del

[30] C. Haase, "Obrigkeit und öffentliche Meinung in Kurhannover 1789-1803," *Niedersächsisches Jahrbuch für Landgeschichte, 39* (1967), pp. 192-294.

[31] *LB,* 4, pp. 187-90, pp. 794-6.

[32] A.G. Kästner, *Gesammelte poetische und prosaische schönwissenschaftliche Werke* (4 partes), Enslin, Berlin 1841, pt. 3, pp.2-19, pp. 179-84.

acto de la creación tal como se relata en el Génesis, si bien no su cronología, y de las enseñanzas de Cristo tal como las escribieron sus discípulos. El profesor de anatomía, antropología e historia natural en Göttingen, Johann Friedrich Blumenbach, aceptó la mayoría de los argumentos de Deluc y los publicó en alemán. La ciencia atea encontró tiempos difíciles en Göttingen.

Dinamismo

La segunda muestra de ciencia física excitante en la década de 1790 (junto a la pneumática) era la rana bailarina de Luigi Galvani. Lichtenberg supo de ella y de la controversia respecto a la electricidad animal en el verano de 1792. Al principio encontró dificultades al repetir los experimentos, probablemente porque sus ranas no eran frescas; pero una vez que tuvo éxito, adquirió gran interés por el galvanismo como una posible llave para las relaciones entre los fluidos imponderables. En enero de 1795 escribió a Volta para agradecerle su apoyo a Deluc en la batalla sobre la evaporación, y para felicitarle por su investigación sobre la electricidad animal. "*Todos estos fluidos tienen algo en común, y cuanto más sepamos de ellos más analogías encontraremos entre ellos. Quizá a través de estos descubrimientos parciales encontraremos finalmente algo fundamental, a saber, las cualidades de un fluido general del que todos los conocidos son sólo modificaciones producidas por mezclas*".[33] Más tarde, Gmelin estudió los efectos químicos de la pila y Deluc, persuadido de que el galvanismo tenía un papel en la meteorología, revisó todo el asunto en un *Traité élémentaire sur le fluide électrogalvanique* (1804) de dos volúmenes.

El galvanismo ocupaba la intersección de la física (vía electricidad), la química (vía electrólisis), la anatomía y la fisiología (vía analogías con los peces eléctricos que condujeron a Volta a la pila). Tal como escribió uno de los corresponsales londinenses de Lichtenberg, cuando la noticia de la rana estaba fresca, la Royal Society consideraba el descubrimiento de Galvani como "*uno de los más grandes en fisiología desde la circulación de la sangre*".[34] Hacia 1800, el galvanismo representaba la ciencia física en general. Por ello fue tema favorito de los filósofos naturales que buscaban una unidad más profunda en la ciencia de lo que ofrecía el modelo estándar, bien porque –como Lichtenberg– suponían un fluido primitivo del que los otros derivaban, o bien–como en la física dinámica– porque buscaban relacionar las diversas fuerzas especiales con la atracción y repulsión originales. Los más avanzados entre los dinamistas, los *Natürphilosophen*, apuntaron hacia las polaridades en los electrodos de la pila de Volta y los productos de

[33] *LB, 3*, p. 1145, pp. 1154-5; 4, p. 384 (carta a Volta).
[34] *LB, 3*, p. 1171.

la electrólisis, y describieron la unidad de la naturaleza en la acción combinada de los poderes eléctricos, químicos y animales, que los descubrimientos de Galvani había revelado.

Los envejecidos profesores de ciencias físicas en Göttingen no se preocuparon por el dinamismo. Cierto que Lichtenberg admiraba mucho a Kant, al que había estudiado durante años, pero como filósofo. Cuando hubo dominado la filosofía crítica, advirtió a sus amigos del nuevo oráculo: "¡Mirad! La tierra que nos dio el verdadero sistema del mundo nos ha dado también el más satisfactorio sistema de filosofía". El primero de estos benefactores fue Copérnico, cuyos orígenes alemanes Lichtenberg se tomó grandes esfuerzos en probar; el segundo era el sabio de Königsberg. Pero Lichtenberg rechazó el enfoque dinámico de Kant. Aunque admitió que tenía ciertas virtudes explicativas, no concedió al dinamismo igual peso que al atomismo, en sus libros de texto, y defendió la teoría corpuscular de la luz contra todos los esfuerzos por disolver la materia en el juego dinámico de la polaridad de fuerzas.[35] A Kästner no le quedaba paciencia para la filosofía de Kant, debido a la oscuridad de su terminología. Como él dijo, sabía doce lenguas, y era demasiado viejo para aprender otra sólo para leer filosofía. Alemania también tenía sus neólogos.

La mayor parte de los profesores de Göttingen compartían la subestimación de Kant por Kästner. Los *Göttingische gelehrte Anzeigen* no eran amistosos hacia la filosofía crítica, y los principales filósosofos de la universidad incrementaron su reputación local mediante sus ataques mortales al sistema kantiano, que mantuvieron "a nuestra universidad libre de las aberraciones de los tiempos recientes y del espíritu sedicioso".[36]

Deluc marchó en la misma dirección siguiendo a su propio tamborilero. Rechazó las nociones kantianas de espacio y tiempo como psicología, no física, y emprendió una estridente campaña contra el dinamismo, principalmente por devoción a la teoría gravitacional de su maestro Lesage. Esta teoría era respecto al atomismo lo que la *Natürphilosophie* al dinamismo: una extravagancia. Según ella, los planetas gravitan y los cuerpos caen a tierra debido a una lluvia de minúsculas partículas, de movimiento rápido y "ultramundanas", que los bombardean por todas partes. La mayoría de estas leves partículas pasan a través de los cuerpos ponderables sin chocar con sus moléculas. Las colisiones que tienen lugar hacen que los cuerpos "que gravitan" se junten, porque debido a las colisiones, el flujo de partículas entre cuerpos ponderables es menor que el que se da en todas las otras direcciones. Si bien Lesage no elaboró una teoría matemática completa, el cálculo puede hacerse y se alcanzan los resultados newtonianos. Con algunas complicaciones, se pueden elaborar teorías similares de la elasticidad de

---

[35] *LB, 3*, p. 604, p. 971 (a Kant, 30 de Octubre de 1791).

[36] Götz von Selle, *Die Georg-August-Universität zu Göttingen, 1737-1837*, Vandenhoek y Ruprecht, Göttingen 1937, p. 145, pp. 170-80, p. 183.

los gases y de los fluidos imponderables.[37] El modelo de Lesage eliminó o maquilló al menos ese embarazoso defecto de la física mecánica: la inexplicable fuerza de gravedad a distancia. Deluc defendió el enfoque de Lesage por muchos años, y logró que Laplace se interesara por él, si bien Laplace declinó trabajar sobre él antes de que Lesage publicara sus cálculos.

En Göttingen, a la física especulativa de Schelling le fue aún peor que al dinamismo kantiano. Los textos principales aparecieron justo antes de las muertes de Lichtenberg y Kästner. Pero estos ya habían ofrecido su juicio. Lichtenberg puede hablar por los dos: "*¿No nos enseña toda la historia de la física, desde tiempos de Descartes, que nada se le debe a hipótesis que pretenden alcanzar las primeras causas, y que emplean medios para interpretar la filosofía natural que no pueden ser demostrados, y que en realidad no son creaciones de la naturaleza sino de los cerebros de sus inventores?*" La especulación tiene tanto lugar en la física como "*un molino o un horno en la sala de estar*". Debemos ocuparnos sólo de los fenómenos y no de sus causas, como han hecho los mejores filósofos naturales. Entre ellos, Lichtenberg menciona a Deluc, Laplace, Lavoisier, Priestley y Volta.[38] Los reseñantes de los *Anzeigen* se hicieron eco de la doctrina de Lichtenberg y dieron palos al programa de hacer ciencia con el idealismo trascendental. Equivocado, insuficiente, vacuo: nada a partir de nada. Los sucesores de Lichtenberg y Kästner –Johann Tobias Mayer Jr., y Carl Friedrich Gauss– tampoco tenían tiempo para la *Natürphilosophie*. Los trabajos productivos inspirados en la física especulativa, como el de Ritter sobre galvanismo, el de H. C. Oersted sobre electromagnetismo, y el de Thomas Seebeck sobre electricidad térmica, no tuvieron ninguna conexión con Göttingen.

5. La física contra un fondo romántico

Gmelin, Kästner y Lichtenberg eran profesores, no descubridores. Reunieron e interpretaron, añadieron algo de su propia obra y sus amplias lecturas, y lo sintetizaron todo en sus cursos y manuales. Gmelin y Lichtenberg recibieron buena nota como enseñantes de Gedicke, el burócrata prusiano que buscaba la universidad perfecta; para entonces (1784) Kästner casi se había retirado del aula de clases, pero vio con satisfacción la amplia difusión de sus ideas a través de sus muchos libros de texto. Lichtenberg ejerció gran influencia con sus ediciones de los *Anfangsgründe der Naturlehre* [Principios fundamentales de la filosofía natural] de Erxleben; y, para com-

[37] Matthew R. Edwards, edit., *Pushing gravity. New perspectives on Le Sage's theory of gravitation,* Apeiron, Montreal 2002, que incluye (pp. 9-40) James Evans, "Gravity in the century of light: Sources, construction, and reception of Le Sage's theory of gravitation."

[38] *LB, 3*, pp. 592-5, p. 604.

pletar el círculo, tanto él como Erxleben dedicaron el libro a su maestro, Kästner. Gmelin escribió textos bien considerados sobre diversos temas y a varios niveles. Aunque en los años 90 su popularidad como profesor puede haber disminuido, no lo hizo su entusiasmo por la química, "el ídolo ante el que doblan sus rodillas todas las gentes y todas las clases, príncipes, siervos, clérigos y laicos, educados e incultos".[39]

Quizá el filósofo natural más distinguido e influyente que produjo Göttingen en los años 90 fuera Alexander von Humboldt. Le debía mucho al ejemplo de Lichtenberg como experto en ciencia, filósofo de amplias miras, y escritor juicioso. Mantuvo correspondencia con él después de abandonar Göttingen en 1791. Uno de los primeros temas en los que buscó su consejo fue la evaporación, a propósito de un nuevo proceso industrial que pensó desarrollar; pero también escribió y consultó a su "querido profesor y amigo" sobre magnetismo, eudiometría y galvanismo. Se esforzó por integrar sus ideas generales con la creciente colección de hechos misceláneos, al modo que aprobaba Lichtenberg, y que en su opinión se hallaba poco desarrollado fuera de Göttingen. "¿Cómo hemos de ponernos de acuerdo [preguntaba a Lichtenberg] si continuamente se ponen a la par cosas heterogéneas, si al intentar explicarlo todo la gente se contenta con medias explicaciones?"[40] El programa humboldtiano de una ciencia unificada y omniabarcante le aproximaba a la *Natürphilosophie*, a la que sin embargo llegó a despreciar como una pérdida de energía juvenil, "una breve y calurosa Saturnalia".[41] Un compañero de viaje aún más cercano de los *Natürphilosophen*, Goethe, también consultó a Lichtenberg, con la esperanza de encontrar un auditor imparcial para sus heterodoxas ideas sobre la luz. Lichtenberg consideró las teorías de Goethe "una novela".[42]

Las actitudes y prácticas de los profesores de Göttingen que armonizaban mejor con el trasfondo romántico surgieron de un trasfondo aún más profundo, asociado a su misión de enseñantes y su sentido del espíritu corporativo en la magna tarea intelectual de la Universidad de Göttingen. Adoptando la totalidad del conocimiento respetable como su objeto de estudio conjunto, prestando atención a sus trabajos respectivos, emitiendo con autoridad comentarios sobre las principales contribuciones a la república de las letras, tocaron muchos de los puntos que enfatizarían los *Natürphilosophen*. Como profesores alemanes responsables, no podían dejar el legado de su saber amontonado, sino debían tratar de organizarlo tan estrechamente como las ideas disponibles lo permitieran. Los más acti-

39 Gmelin, *Geschichte der Chemie*, vol. 1, 1797, 2, en Hufbauer (ref. 17), p. 13.

40 *LB,* 3, p. 779, pp. 847-8, pp. 1096-7; 4, p. 562, p. 700, p. 730 (16 de Junio de 1797, cita).

41 H. A. M. Snelders, "Romanticism and Natürphilosophie and the inorganic natural sciences, 1797-1840. An introductory survey", *Studies in romanticism,* 9 (1970), pp.193-215.

42 *LB,* 3, p. 110, p. 1128; 4, p. 542 (11 de Diciembre de 1795, cita).

vos de ellos, Deluc y Lichtenberg, confiaban en que el modelo estándar sería simplificado merced al descubrimiento de algún agente más fundamental. Pero no esperaban que ningún avance fundamental surgiera pronto, y Deluc, al insistir en la explicación de fenómenos meteorológicos como piedra de toque de la adecuación de cualquier teoría física general, elevó las apuestas más allá del límite de lo plausible. Aún así, su interés en una eventual unificación establece otro elemento de similitud con el trasfondo romántico.

Debido en buena medida a la división de las responsabilidades en la enseñanza que se había desarrollado en Göttingen durante el último tercio del siglo XVIII, no había un lugar en el currículum para la física matemática de Coulomb y Laplace. Es un hecho notable, ya que en Göttingen no faltaban los matemáticos durante los años 90. La consiguiente prolongación de una física en gran medida cualitativa hizo que la disciplina, tal como Lichtenberg la enseñaba, resultara accesible a los *Natürphilosophen*. Por último, la religiosidad de nuestros profesores y sus reservas hacia las cosas francesas encajan perfectamente con algunos temas fundamentales del romanticismo alemán en su contexto original: la preferencia por lo emocional sobre lo racional, la insistencia en liberar a la literatura alemana de los modelos franceses.

Hacia 1800 los profesores cuyas siluetas hemos trazado ya estaban muertos o moribundos. Así también sus generaciones. La amplitud del saber, el espíritu corporativo y el latín académico iban dejando paso a la especialización, el espíritu de empresa y el alemán. La *Societät der Wissenschaften* [Sociedad de Ciencias] de Göttingen ya no lograba llenar sus *Commentationes* con disertaciones en latín. Tuvo que reducir la recompensa al ganador de uno de sus premios por haber remitido su ensayo en francés. El secretario de la sociedad, Christian Gottlob Heyne, que era el más famoso de todos los profesores de Göttingen, no cesaba de deplorar estas tendencias horteras. Sin éxito. Quienes reemplazaron a Lichtenberg (Mayer), a Kästner (Gauss) y a Gmelin (Friedrich Stromeyer) estaban en sintonía con las nuevas tendencias, y Eichhorn, sustituto de Heyne como secretario de la sociedad, había sido un joven turco. Todos estas nuevas figuras, y también Eichhorn, habían obtenido la mayor parte de su formación universitaria, si no toda, en Göttingen. Los rasgos románticos de los profesores de ciencias naturales que abandonaron la escena hacia 1800 raramente reaparecen en sus sucesores inmediatos. Por lo que parece que, al menos en Göttingen, el trasfondo romántico de la cienica fue más pronunciado antes de la elaboración de la física romántica que después.

Traducido del inglés por:
José Ferreirós. Universidad de Sevilla.

¿EXPERIMENTOS ROMÁNTICOS? EL CASO DE LA ELECTRICIDAD

Friedrich Steinle[1]
Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte

Un caso sorprendente

En el verano de 1820 una carta impresa circuló a lo largo de la Europa ilustrada, causando gran impresión. Contenía la descripción de un resultado experimental: la acción del galvanismo sobre una aguja imantada, un efecto que se buscaba en vano desde hacía mucho tiempo. El resultado proporcionaba la prueba experimental de una relación entre fuerzas de la naturaleza que habían sido tratadas por separado. No hay que sorprenderse de que el resultado recibiera grandes elogios de quienes tenían la creencia de que las distintas fuerzas de la naturaleza estaban conectadas entre sí o que, incluso, no eran sino distintas expresiones de una misma fuerza fundamental -una creencia a menudo calificada de "romántica". No hay que sorprenderse tampoco de la desconfianza profunda por parte de quienes nunca habían tenido, o habían rechazado, cualquier creencia de ese tipo. Si se me permite simplificar un tanto la situación, estos dos grupos han sido asociados con la "física romántica" y la *Natürphilosophie*, por una parte, y con el uso del método matemático en física por otra. Mientras que el primer grupo estaba diseminado a lo ancho de los países de lengua alemana, con una cierta concentración en Jena, el segundo estaba concentrado solamente de París. Es bien característico que la primera reacción en París contra el informe fuese la sospecha de que se trataba de otra "rêverie allemande"[2].

[1] Agradezco a Jutta Schickore y a los participantes en el Symposium de Gran Canaria sus comentarios sugerentes y críticos.

[2] Como Dulong informó a Berzelius: (Söderbaum 1912-32), vol. 4, 18.

El propio Hans-Christian Ørsted, autor de la carta[3] y figura central de la Academia de Copenhague, conocía bien a los dos grupos. Dieciocho años antes, en el curso de una visita de tres años por los centros de investigación en Alemania y Francia, había visitado, entre otros lugares, Jena, donde había hecho amistad con Johann Wilhelm Ritter, que ya era ampliamente conocido por sus trabajos en electroquímica y galvanismo. Del mismo modo, había pasado mucho tiempo en París y se había informado acerca de la tendencia matematizadora de la escuela de Laplace. Profesor ya de Física en Copenhague, compartía aún muchas de las creencias centrales del idealismo alemán y de la *Natürphilosophie*, pero al mismo tiempo mantenía un distanciamiento crítico con respecto a las empresas especulativas y tenía buen cuidado en su investigación de separar claramente los hallazgos empíricos y las explicaciones especulativas[4]. Sin embargo, se le incluye a menudo entre los "físicos románticos", y su descubrimiento del electromagnetismo se considera como uno de los mayores éxitos, incluso una *Sternstunde* ("hora mágica") de ese momento histórico concreto[5].

El descubrimiento de Ørsted fue espectacular y causó reacciones importantes. El tema fue estudiado inmediatamente en toda Europa, y muchos expresaron su impresión de que se acababa de abrir un nuevo campo de investigación. La mayor parte de la investigación subsiguiente implicaba experimentación. El período inicial del electromagnetismo, con muchas acciones enfocadas al mismo problema, proporciona un escenario prometedor para los estudios del experimento, sus variantes y formas específicas. En particular, el episodio podría servir como clave para estudiar la cuestión de si hay una variedad específica que pudiese denominarse "romántica" y cómo se podría caracterizar. Estas cuestiones constituyen el objetivo de mi contribución. Después de algunas consideraciones y especificaciones generales esbozaré los procedimientos experimentales de muchos investigadores del periodo histórico. A la vista de esa muestra volveré a la cuestión general y defenderé un cambio significativo de perspectiva.

---

[3] Para Ørsted, cf. la introducción de Kirstine Meyer a (Meyer 1920), o (Dibner 1962), (Williams 1974), (Franksen 1981), (Jansen, Snorrason & Lauritz-Jensen 1987). La carta latina (Ørsted 1820A) pronto fue traducida e impresa en francés, inglés, alemán, italiano y danés, cf. (Meyer 1920), vol.2, 214, y (Steinle en prensa-a), cap. 2.

[4] Para un informe crítico de Ørsted como filósofo de la naturaleza, cf. (Christensen 1995). Una selección de los escritos de investigación de Ørsted ha sido traducido al inglés en (Jelved, Jackson & Knudsen 1998).

[5] (Meya & Sibum 1987), 146, (Snelders 1990).

¿Física romántica, experimentos románticos?

El concepto de "ciencia romántica", o más específicamente "física romántica", aunque se ha usado a menudo debe tratarse con precaución. Contrariamente a lo que sucede con el "romanticismo" en literatura, el concepto de "ciencia romántica" ha sido introducido tardíamente con distintos fines, sobre todo el de calificar así la ciencia "mala", la ciencia equivocada o, en unos pocos casos, para rehabilitarla como un episodio importante y muy fructífero[6]. Es una categoría que nunca ha sido elaborada consistentemente. Dependiendo de lo que se tratara, bien podía referirse a un grupo pequeño de quienes tenían relación con el correspondiente movimiento literario o, más a menudo, con un grupo mayor de investigadores que incluía a personajes tan distintos como Oken, Seebeck, Steffens y Humboldt, y hasta a Goethe, Davy y Faraday, incluso a pesar de su ocasional rechazo explícito de la literatura romántica y del método especulativo en la ciencia. Si queremos usar hoy el término como una categoría del análisis historiográfico, entonces hay que hacer un análisis más profundo de su significado, sus límites y sus funciones.

Un punto específico a considerar aquí es que no se puede equiparar fácilmente "ciencia romántica" y "Natürphilosophie", como se ha hecho a menudo. Ken Caneva, en un destacado artículo ha señalado que estos dos conceptos, si se toman con significado preciso, tienen decididamente sentidos diferentes, a pesar de su área de solapamiento[7]. Pero todavía se siguen poniendo juntos, a costa de una imprecisión considerable. Mientras que el período ha recibido en los últimos años una atención creciente[8], el término "ciencia romántica" se suele usar de modo vago como un reclamo, dirigiendo la atención hacia un periodo histórico, hacia un tipo específico de creencias o de prácticas o hacia un grupo de investigadores más o menos difuso. El valor de un concepto tan vago para la historiografía de la ciencia es, por supuesto, escaso. Aunque no es tarea mía remediar aquí ese desafortunado estado de cosas, es necesario estar prevenido frente a ello. Lo que haré en este escrito es dirigirme a un aspecto específico de la investigación científica –el experimento– y preguntar si es posible y significativo en algún sentido hablar de un tipo específico de experimento "romántico". Mi conclusión, por anticiparla desde ahora, será negativa, pero, al mismo tiempo, apuntará a un significativo cambio de perspectiva.

---

[6] La tradición de criticar la ciencia "romántica" se remonta, al menos, a Helmholtz y Du Bois-Reymond, pero sorprendentemente continúa en la historiografía moderna, como en (Gillispie 1960), quien retrató la investigación romántica como meditación de 'salón'. Un punto de vista más positivo y, a veces, apologético es el que asumen (Poppe 1959), (Herrmann 1967), (Herrmann 1968), (Wetzels 1973), (Wetzels 1990).

[7] (Caneva 1997). Véase también (Engelhardt 1988) o (Nielsen 1989).

[8] Como indicador, véanse las colecciones (Porter y Teich 1988), (Cunningham y Jardine 1990), (Poggi y Bossi 1994), (Uerlings 1997), (Shaffer 1998), o en los recientes congresos en la Universidad de Harvard (Mayo de 2002) y en Gran Canaria (Septiembre de 2002).

Experimentar es un procedimiento complejo, en el que interactúan estrechamente acciones y consideraciones, instrumentos y teorías, espacios y materiales, actores y cuestiones. Al preguntarse por un experimento "romántico" se pueden adoptar muchas perspectivas diferentes. Esto sigue siendo cierto si uno se centra, como yo haré, en los experimentos de investigación, dejando aparte los experimentos utilizados en otros contextos tales como las ilustraciones para estudiantes o las representaciones públicas de carácter lúdico. El experimento "romántico" apuntaría simplemente hacia los experimentos dirigidos por aquellos que se consideran "románticos". La cuestión se vuelve algo trivial entonces –si decidimos hablar de románticos, tenemos experimentos románticos– y coextensiva con la cuestión de quién es considerado "romántico". Por contra, la pregunta más interesante es si hay algo específico en la investigación experimental de aquellos que se relacionan con la "física romántica", en contraste con otros investigadores del mismo campo. El experimento romántico podría, por ejemplo, apuntar a una actividad experimental hecha con ideas "románticas" *in mente*, tales como la unidad de la naturaleza, o la polaridad e intensidad, o la conexión del mundo material y espiritual. Sin embargo, no está claro en absoluto que esas ideas deban hacer que la actividad experimental difiera de la actividad de aquellos que no las compartían. Así pues, la perspectiva más prometedora para abordar nuestra cuestión me parece que es proyectar una mirada a la *práctica* experimental en todos sus diversos aspectos: el rasgo genuino de la actividad experimental, el uso de los instrumentos y la actitud hacia ellos, el carácter de los mismos, los modos de observación, la utilización del propio cuerpo, el tipo de cuestiones planteadas y las vías de evaluación de los resultados experimentales, remitiéndolos a los resultados expuestos.

A pesar de algunas tentativas[9], la pregunta por tal práctica experimental "romántica" concreta está totalmente abierta[10]. Abordarla de manera comprensiva, sin embargo, requeriría amplios estudios que abarcaran los distintos campos de investigación del periodo, como la fisiología, la química, la acústica, la óptica, los colores, etc., un estudio que llenaría fácilmente un libro. En cambio, lo que yo haré es analizar un episodio específico –el primer electromagnetismo– con esas preguntas *in mente*. En consecuencia,

[9] (Schulz 1993), aun habiendo suscitado explícitamente la cuestión de una práctica experimental romántica concreta, de hecho sólo estudió unas declaraciones programáticas. (Daiber 2001) proporciona un ejemplo contundente de lo que falla al plantear los estudios de los experimentos desde una perspectiva meramente filológica.

[10] (Henderson 1998) aspira a encontrar un enfoque experimental específico en Novalis y Ritter, en el que la ciencia se vea como "un proceso en marcha que usa símbolos instrumentales en el pensamiento concreto de la imaginación" (163). Pero, de nuevo, la práctica experimental está sorprendentemente ausente de su exposición. Una mirada más de cerca arrojaría una luz totalmente diferente a la pretendida especificidad de los procedimientos experimentales de Ritter en oposición a Volta, por ejemplo, e incluso más si se incluyera a Galvani.

podré abordar algunos problemas característicos para responder algunas de las cuestiones expuestas anteriormente, pero fundamentalmente para cambiar la perspectiva general. Además, apuntaré algunas de las razones que me hacen sugerir que esos resultados van más allá del caso histórico particular.

El electromagnetismo temprano

El asunto de la posible interacción entre electricidad y magnetismo se había considerado hacía ya tiempo, incluso en el siglo XVIII, cuando circularon informaciones acerca de sucesos tales como cruces de hierro imantadas por la descarga de un rayo. La investigación volvió a animarse al surgir la pila de Volta en 1800. En 1801, Johann Wilhelm Ritter hizo una serie de experimentos sobre las propiedades galvánicas específicas de los polos magnéticos opuestos, que no tuvieron éxito. Los experimentos del *amateur* de Padua Gian Domenico Romagnosi en 1802 y del profesor de Química de Génova Mojon en 1804 no tuvieron virtualmente ningún eco, aunque habían mostrado alguna acción del galvanismo sobre el magnetismo[11]. Sí recibió mucha atención, por el contrario, el experimento de dos académicos de París: en 1805 Jean Hachette y Bernard Desormes hicieron flotar en agua una gran pila voltaica con el fin de comprobar hacia donde era dirigida por el magnetismo terrestre. De manera muy característica en la investigación parisina, dejaron la pila "abierta", es decir, no conectaron sus dos extremos, y obtuvieron un resultado negativo[12].

Este somero esbozo deja claro que los experimentos que buscaban una acción electromagnética podían diseñarse y llevarse a cabo sin creencias y presupuestos mentales vinculados a la *Natürphilosophie* o al idealismo alemán. De igual modo, las lecciones extraídas de esos resultados diferían ampliamente. En Francia, el resultado de los experimentos de París fomentaba la creencia de que la acción electromagnética no existía –después de todo, el experimento se hizo con la supervisión y bajo los auspicios de la autoridad en ese campo, la academia de París. La creencia consiguiente estaba corroborada implícitamente, además, por la teoría matemática de la electricidad presentada por Poisson en 1812, que no se refería explícitamente al tema, pero no dejaba espacio para tal interacción: como otras teorías de tipo "laplaciano", trabajaba sobre el supuesto general de que no había ninguna interacción entre distintos imponderables como luz, calórico, y fluido eléctrico y magnético. Pero no todo el mundo se preocupaba por la autoridad de la academia de París y de la física laplaciana, y no todos aceptaban los experimentos de París como la última palabra en el tema de

[11] (Dibner 1962), (Andrade Martins 2001).

[12] (Mottelay 1922), 376. De haber cerrado la pila, habrían obtenido probablemente un resultado positivo.

la atracción electromagnética. Basándose en creencias generales sobre la relación de todas las fuerzas de la naturaleza, algunos mantenían aún la creencia en la posibilidad de la interacción electromagnética.

Ørsted, descubriendo la acción electromagnética

Uno de los que mantenían tal creencia fue Ørsted. Sobre la base de su visión general de la acción eléctrica y química, ya en 1812 puso el énfasis en sus expectativas de que las fuerzas eléctricas y magnéticas interactuaran entre sí[13]. Pero sólo ocho años después, en julio de 1820, emprendió un serio trabajo experimental y obtuvo, en efecto, un resultado positivo[14]. Colocó una aguja magnética, suspendida como una brújula, cerca del hilo que conectaba una pila galvánica (fig. 1); en el momento en que el hilo se conectaba a la pila, la aguja se desviaba de su posición norte-sur y sólo la recuperaba cuando se desconectaba el hilo. El experimento mostraba claramente la acción del galvanismo sobre el magnetismo, y es ese resultado lo que comunicó –plenamente consciente de lo espectacular de la noticia– de la manera más directa y rápida, pero también más cara, con la carta arriba mencionada, escrita en latín y enviada a los investigadores de toda Europa.

La creencia general en la existencia de una relación entre las fuerzas de la naturaleza se había complementado, por supuesto, con asunciones más específicas. Sostenía, por ejemplo, que el "conflicto eléctrico" –así es como llamaba al proceso, por otra parte desconocido, que tenía lugar dentro del hilo– no sólo tenía efectos dentro del mismo, sino probablemente también en el espacio que lo rodeaba. Esta idea hizo que prestara atención, a diferencia de otros, al espacio alrededor del hilo[15]. En términos generales, el camino hacia su descubrimiento llevaba de unas hipótesis generales "teóricas" al experimento concreto, lo que, desde luego, no era inusual en la investigación, como lo mostraba por ejemplo el experimento de Hachette y Desormes, que tenía una estructura parecida, incluso en lo que se refiere a la manera de realizarlo y estabilizarlo. Lo que era drásticamente distinto, desde luego, eran las creencias e hipótesis detrás de las previsiones que había que comprobar en el experimento. Del episodio aprendemos algo acerca del poder heurístico de ciertas hipótesis de partida, pero nada acerca del tipo específico de experimento que haya que realizar, ni de la estruc-

[13] (Ørsted 1812)

[14] Respecto a la historia y a los antecedentes de sus investigaciones, Ørsted ofreció diferentes relatos retrospectivos: (Ørsted 1821), (Ørsted 1830). Se proporcionan estudios históricos en (Meyer 1920), LXVII-XCVII, (Dibner 1962), y (Snelders 1990).

[15] (Andrade Martins 1999) ofrece un análisis más ajustado. Por supuesto, el conocimiento de Ørsted acerca de las experiencias y fallos anteriores también desempeñó un papel esencial en esto.

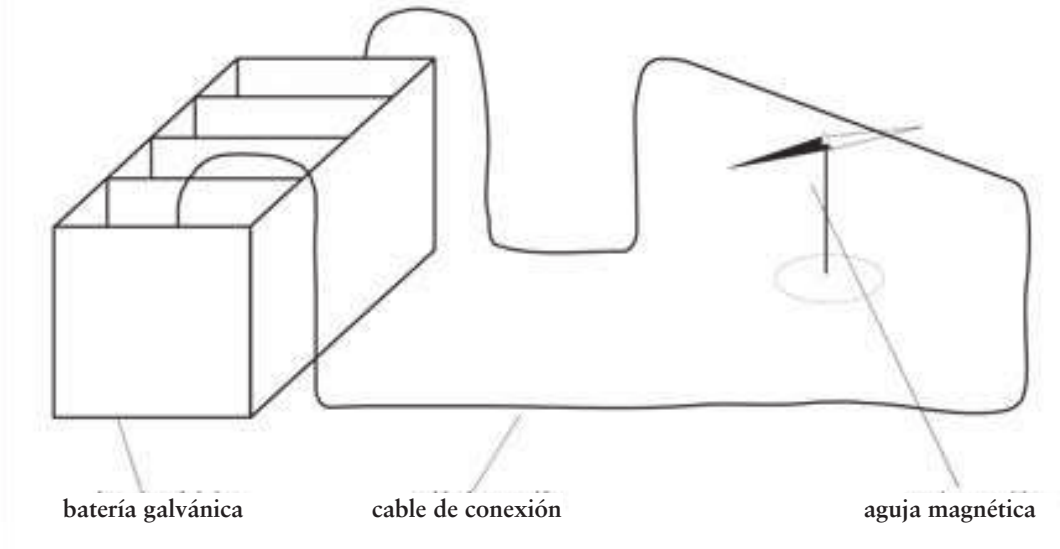


Fig. 1. Esquema representativo del dispositivo experimental de Ørsted en 1820.

tura epistémica, ni tampoco de la manera concreta en que se hicieron realmente los experimentos.

Se abren perspectivas más interesantes si contemplamos la oleada de experimentos estimulada por el descubrimiento de Ørsted. Muchos investigadores que continuaron su trabajo insistieron en que el resultado de Ørsted no era un efecto aislado, sino que abría todo un nuevo campo de trabajo. Al mismo tiempo, hay que decir que el nuevo efecto proporcionaba bien poca orientación, más bien al revés: sugería que, a primera vista, los conceptos que tradicionalmente servían para interpretar los efectos físicos –atracción y repulsión– no tenían aplicación aquí. Esto, subrayado explícitamente, causó una perplejidad general. Voy a exponer a continuación una muestra de las distintas maneras de arreglárselas con tan peculiar situación.

Ørsted, a la búsqueda del electromagnetismo

El primer investigador en el que hay que fijarse es el propio Ørsted. Después del periodo febril en que hizo públicas las noticias, empezó a trabajar más concienzudamente en el asunto[16]. El objetivo y la forma de la investigación cambiaron significativamente; ya no se trataba de establecer y fijar un efecto concreto, sino más bien de explorar un campo más amplio de fenómenos asociados. Analizó entre otros el efecto de la batería: mientras que al principio había utilizado un aparato grande, después se dedicó a variar sistemáticamente los parámetros de la pila, el tamaño y número de placas, el

[16] Sus resultados se publicaron en un segundo escrito algunos meses después: (Ørsted 1820), entre otros.

nivel de ácido, la polaridad, etc., para encontrar de qué manera afectaban a la acción electromagnética. Además de formular tales dependencias, comprobó que un aparato mucho más pequeño, incluso un dispositivo con dos placas, era suficiente para conseguir el efecto. Esto no sólo hizo que fuera mucho más fácil realizar los experimentos, sino que proporcionó también la oportunidad de "invertir" la acción electromagnética; en vez de mantener el hilo fijo y mover el imán, se movía el hilo (junto con la pila pequeña), suspendido de un cable, y se acercaba el imán. Cuando Ørsted encontró que los movimientos del hilo coincidían con lo que cabía esperar a partir de consideraciones de reciprocidad mecánica, fue todavía más allá e intentó obtener tales movimientos a partir del magnetismo terrestre. En eso, sin embargo, fracasó, y supuso que lo que pasaba es que el dispositivo no era lo suficientemente sensible.

Schweigger

Aunque Ørsted publicó estos resultados bastante pronto, otros se le anticiparon. Johann C. S. Schweigger, profesor de física y química en Halle y editor de una revista importante, se había ocupado de cuestiones similares, como la del efecto de variar las características de la batería y la de la reciprocidad de la acción electromagnética. Incluso su método experimental era parecido: variación sistemática de los parámetros de la batería y el dispositivo como elemento fundamental. Sin embargo, Schweigger extendió también el método al hilo de conexión. Se dio cuenta de que la acción electromagnética se veía reforzada cuando no sólo se ponía el hilo sobre la aguja sino que también se llevaba hacia atrás por debajo de ella. El procedimiento podía repetirse, dando lugar de este modo a una especie de enrollamiento del hilo alrededor de la aguja, dispositivo que reforzaba considerablemente el efecto electromagnético. Schweigger llamó a este dispositivo "multiplicador" y lo presentó ya en una conferencia en Halle en septiembre[17].

Poggendorff

Más o menos al mismo tiempo, un estudiante de Berlín, Johann C. Poggendorff, estimulado por su director de trabajo, el académico Paul Erman, estudió el electromagnetismo y, siguiendo métodos parecidos a los de Schweigger, observó que el efecto electromagnético puede reforzarse si se retuerce muchas veces el hilo en vez de una sola. Poggendorff experimentó con el

[17] Publicó sus resultados en (Schweigger 1821).

dispositivo (que llamó "condensador", visto que la fuerza electromagnética estaba tan concentrada en los rollos) e hizo variar sistemáticamente sus parámetros, como el número de enrollamientos, su conexión (paralela, en serie y mixta, por usar una terminología posterior) y el diámetro del hilo. Obtuvo de nuevo regularidades empíricas, por ejemplo sobre el efecto del número de enrollamientos[18].

Davy

En Londres la reacción al informe de Ørsted se retrasó algo. Sólo en octubre se publicó la traducción inglesa en una revista. Uno de los que se apercibió enseguida de su importancia fue Humphry Davy, ampliamente conocido por sus trabajos en electroquímica y que estaba a punto de convertirse en presidente de la Royal Society de Londres. Davy se lanzó al trabajo experimental centrándose en varios asuntos: los efectos magnetizantes del hilo, la dependencia del efecto con respecto a las propiedades de la batería, el efecto de un dispositivo completo de hilos en contraste con el caso de un solo hilo, la "reciprocidad" del efecto y, en particular, las complicadas disposiciones espaciales. Tal y como indica la lista, había mucho en común con el trabajo de los demás. Además, el parecido era también muy estrecho en cuanto a los métodos experimentales; de nuevo el procedimiento fundamental consistía en variar unos cuantos parámetros, y de nuevo se trataba de formular regularidades empíricas cada vez más generales o, dicho con palabras de Davy, de establecer una "ley de producción del magnetismo"[19]. Hay que recordar aquí que Davy, al igual que otros investigadores de este primer periodo, conocía poco o nada de lo que hacían los demás en el mismo momento. Uno de los resultados más notables de Davy en sus esfuerzos en el camino hacia esa "ley" fue su propuesta de determinar la dirección de magnetización de agujas de acero cerca del hilo mediante el concepto de sentido de rotación. La función principal de este medio poco usual de representación era permitir una formulación densa y escueta de numerosos resultados experimentales.

Ampère, en búsqueda de los "hechos generales"

En fuerte contraste con Londres, las reacciones en París al informe de Ørsted fueron mucho más inmediatas y rotundas. Después de todo, el efecto

[18] (Poggendorff 1821).
[19] (Davy 1821), p. 14.

constituía un serio desafío tanto a la doctrina general de fluidos que no interaccionan como en particular a la noción de fuerzas centrales, noción en la que se basaba fundamentalmente la todavía poderosa física de Laplace con su tendencia matematizante. En consecuencia el informe de Ørsted tropezó con escepticismo y falta de confianza. Desafortunadamente para el grupo de la tradición matemática, su principal defensor, Jean-Baptiste Biot, estaba de viaje cuando llegaron las noticias. De este modo un "marginal" pudo, con una iniciativa totalmente inesperada y trabajando solo en ese campo, avanzar mucho antes de la vuelta de Biot: André-Marie Ampère, profesor de matemáticas de la Escuela Politécnica, sin ninguna experiencia en electricidad y en el trabajo experimental, se lanzó inmediatamente a la tarea y después de tres meses de actividad febril fue capaz de establecerse como figura principal en el nuevo campo y como fundador de la electrodinámica.

Voy, a partir de su primera actividad, de la que no sabíamos prácticamente nada hasta hace poco[20], a esbozar dos episodios. En primer lugar, Ampère ideó un instrumento que reducía extraordinariamente el efecto del magnetismo terrestre, su "aguja astática". Se ponía el eje de la aguja en la dirección de la orientación magnética, de tal modo que la aguja no sufría los efectos del magnetismo terrestre. Con este instrumento, Ampère variaba numerosas condiciones experimentales: la fuerza y polaridad de la batería, la longitud y el material de la aguja magnética y, más aún, la posición de la aguja con relación al hilo (arriba, abajo, derecha, izquierda, horizontal, vertical). De nuevo su finalidad era descubrir los factores importantes y enunciar regularidades. Lo más difícil fue formular la dependencia del efecto de la ordenación espacial del cable y el imán. Cuando Ampère comprobó que la deflección de la aguja era siempre hacia una posición en ángulo recto, el problema central fue formular en cuál de las dos direcciones posibles se movía el polo norte. Ørsted había referido todos los movimientos a direcciones de la brújula, lo que daba lugar a descripciones largas y complicadas que hacían imposible cualquier generalización. Ampère introdujo nuevos conceptos para superar estos obstáculos, entre otros los de "lado izquierdo" y "derecho" de la corriente y los explicó mediante una persona en la que circulaba una corriente de los pies hacia la cabeza: si dicha persona gira su cabeza hacia la aguja magnética, su mano derecha señala el "lado derecho" de la corriente y la mano izquierda el "izquierdo". Ampère denominó la regularidad consiguiente (que más tarde se llamó la "regla del nadador" de Ampère) como "acción dirigida" y le atribuyó el estatus especial de "hecho primitivo".

Pero fue todavía más lejos. Se había dado cuenta de que la propia batería ejercía una acción sobre la aguja magnética, de manera muy parecida al

[20] La razón de ello se encuentra tanto en su particular sistema de publicación como en el estado de las fuentes especialmente malo. Mi exposición actual está basada en una nueva forma de reconstruir el material de archivo. Para una exposición más detallada, véase (Steinle 2000) y (Steinle en prensa-a); para mis procedimientos, véase (Steinle en prensa-b).

hilo, pero en cierto modo en la dirección opuesta. A fin de incluir los dos casos en una misma regularidad, asignó a la corriente galvánica dentro de la batería la dirección opuesta a la corriente del hilo. Sin embargo, poco después encontró un modo más fácil de conseguirlo. Si se consideraba que la dirección de la corriente dejaba de referirse a los polos de la batería, y se tomaba como un sentido de circulación, era posible dar una forma mas coherente y general de la regularidad obtenida. Se pensó, por primera vez en la historia, que la batería "se concebía como formando *un circuito único* con el hilo conductor"[21]. Esta noción de circuito de corriente resultó ser fundamental para la investigación ulterior y se integró rápidamente en la terminología de la investigación en electricidad. Pero el escenario original de la formación del concepto fue la formulación de la regularidad de la "acción dirigida" de una manera más general.

Ampère, demostrando una teoría

Por contraste, voy a mencionar un segundo episodio, algo posterior, del trabajo de Ampère. Paralelamente a su búsqueda de regularidades, Ampère seguía sus especulaciones acerca de las "causas" de la interacción electromagnética y formuló la hipótesis de que el magnetismo podía ser causado por corrientes eléctricas circulares dentro de los cuerpos magnéticos. Buscando confirmación empírica, Ampère consideró que las corrientes eléctricas circulares podían interaccionar entre sí, sin que interviniera hierro alguno. Para comprobarlo, diseñó un experimento específico. La parte central del aparato consistía en dos espirales de hilo conductor. Una de ellas estaba colgada como un péndulo y podía moverse muy fácilmente hacia la otra, o en sentido opuesto a ella, que estaba montada sobre una base fija. Ampère pensaba que las espirales, una vez conectada la batería, deberían atraerse o repelerse entre sí. Cuando este efecto no tuvo lugar, lo atribuyó a obstáculos debidos a excesiva fricción en el aparato e insuficiente potencia de la batería. Sus intentos fueron tan lejos que, gastándose medio mes de sueldo, consiguió por último la batería mas potente de París y con este aparato obtuvo al fin el efecto deseado, en un experimento que se hizo en el propio taller de los constructores de la batería. Sólo pocas horas después anunció orgullosamente el nuevo efecto en una conferencia en la academia de París, y lo presentó como una "prueba final" de su hipótesis de las corrientes circulares como causa del magnetismo[22].

Merece la pena hacer notar aquí cuán diferente es el papel del experi-

21 Archives de l'Académie des Sciences, París, Dossier Ampère, chemise 208bis, cf. (Ampère 1820), p. 198.

22 En una carta a su hijo del mismo día del experimento exitoso: (Launay 1936-43), vol. 2, p. 562.

mento en este segundo episodio en comparación con el primero. Los elementos esenciales del experimento no cambian en toda la serie. Se trataba de optimizar en una dirección bien definida y no de explorar en un amplio terreno, como en el primero. Desde la primera idea hasta la evaluación final, el experimento estaba marcado por una previsión bien definida de resultados que había que comprobar. No se trataba pues de una regularidad del tipo "si-entonces" sino de una comprobación experimental de la teoría.

Biot

Contrariamente a Ampère, Biot tenía un programa experimental muy preciso: "lo primero que hay que descubrir es la ley de decrecimiento con la distancia de la fuerza ejercida por el hilo"[23]. Se trataba de llevar a cabo el programa de Laplace y en consecuencia Biot diseño, junto a su ayudante Felix Savart, un dispositivo para medir dicha fuerza. Se medía el periodo de oscilación de un imán suspendido horizontalmente a distintas distancias del hilo y a partir de aquí se calculaba la ley de la fuerza. Este principio de medida ya había sido empleado por Coulomb tres décadas antes y todo lo que había que hacer era trasladarlo a la nueva situación. Biot y Savart determinaron una proporcionalidad inversa entre la distancia y la fuerza sobre el imán y obtuvieron la ley del inverso del cuadrado de la distancia para elementos infinitesimales. Después de una segunda serie ligeramente modificada de medidas propusieron la ley

$F \sim 1/r^2 \ \text{sen}\ w$

(donde F es la fuerza, r la distancia, y w el ángulo que forma el cable con la dirección vertical) conocida como ley de Biot-Savart hasta el día de hoy[24]. Desde luego, estos experimentos eran de todo menos sencillos; con las extremadamente inestables pilas voltaicas las medidas eran delicadas, y alguien con menos experiencia en hacer experimentos probablemente habría fracasado. No había nada nuevo, sin embargo, en lo conceptual. La ley de la fuerza, con toda su exactitud, se refería solamente a unas pocas disposiciones experimentales, y todas las complicadas dependencias espaciales de la acción electromagnética quedaban fuera de consideración en favor de una ley matemática para una ordenación concreta. Se había conseguido el fin principal del programa de Laplace y, consecuentemente, Biot abandonó el campo.

[23] (Biot 1821), 228.
[24] (Biot 1820).

Faraday

Como último caso me referiré a otro científico inglés. Michael Faraday, que era entonces un desconocido "ayudante químico" de Davy en la Royal Institution de Londres, se pasó al electromagnetismo justo un año después. Acababa de terminar de elaborar un panorama detallado del estado del campo en el curso del cual había repetido casi todos los experimentos conocidos en dicho dominio[25]. Al fin y al cabo tenía acceso a uno de los laboratorios mejor equipados de Europa. Abordó la cuestión del comportamiento de la aguja en posiciones que no son simétricas con el hilo, cuestión que Ampére había tratado pero sin resolverla. Faraday se fijó en el comportamiento de una aguja magnética horizontal suspendida cerca de un hilo vertical. Al variar sistemáticamente los dispositivos experimentales de muchas maneras, encontró que la situación era más complicada de lo que había pensado inicialmente, y que no había modo de superar los problemas del lenguaje tradicional de atracción y repulsión. Pero en cambio Faraday se dió cuenta de que el concepto de movimiento circular de un polo magnético alrededor del hilo, o viceversa, permitía una formulación coherente. Más aún, si se tomaba la rotación como el "caso más sencillo", todos los efectos más complicados podían deducirse a partir de él, e incluso era posible entender la rotación y la repulsión como composiciones de rotaciones más elementales. Faraday terminó por conseguir estas rotaciones en los experimentos, lo que no sólo proporcionaba un fenómeno nuevo y espectacular, sino que además confirmaba con fuerza su nueva aproximación conceptual al conjunto del campo[26]. Una vez más, el nuevo concepto surgía como un medio de formular regularidades empíricas lo más generales posibles.

¿Experimento romántico?

Algunos de los investigadores que he mencionado, como Ørsted y Schweigger, han sido denominados "románticos", otros como Poggendorff, Ampère y Biot nunca han sido tratados como tales, y ha habido discusiones en torno a otros como Davy y Faraday. En general estas designaciones se han hecho teniendo en cuenta si las creencias fundamentales de los interesados eran semejantes a las de la *Natürphilosophie* alemana. Sin embargo, ¿hay algo que justifique estos agrupamientos (ya que no la etiqueta) considerando su práctica investigadora? Mientras que, respecto a los aspectos arriba

[25] (Faraday 1821-22). Para una exposición más detallada, véase (Steinle 1995) y (Steinle en prensa-a), cap. 6.

[26] (Faraday 1821).

expuestos de práctica experimental, hay diferencias visibles bien significativas, no veo ningún rasgo que induzca a una separación paralela con la que se toma habitualmente como línea divisoria entre románticos y no-románticos. El uso y carácter de los instrumentos, los modos de observación, el tipo de cuestiones abordadas, y las formas de evaluar los resultados experimentales varían significativamente en la muestra de los protagonistas históricos, pero ninguna de esas diferencias puede atribuirse específicamente al campo "romántico". Incluso el uso del propio cuerpo no es en absoluto específicamente "romántico" (aunque a veces sea considerado así, por no estar mediatizado por los instrumentos): debido principalmente a la ausencia total de instrumentos sensoriales para los efectos de la pila, esas técnicas corporales resultaron masivamente difundidas, incluso entre investigadores como Volta y Biot. Como resultado queda claro que no hay nada que pueda llamarse una práctica investigadora "romántica" en el electromagnetismo temprano, aunque estuvieran implicados en él muchos actores supuestamente "románticos".

Sin embargo, es bastante significativa la muestra de casos que apunta a una disposición diferente. Observando la práctica experimental, fue ciertamente Biot y, en menor grado, Ampère quienes se diferenciaron de todos los demás en un buen número de aspectos. Biot fue el único en organizar las mediciones de forma muy sofisticada (Ampère lo había intentado, pero fracasó), el único en intentar encontrar una cuestión muy específica a través de todos sus experimentos (la cuestión del exponente de la ley de la fuerza), y junto con Ampère, el único en presentar los resultados mediante una fórmula que se consideró "probada" por el experimento. Para sus contemporáneos Ampère parecía estar incluso más cerca de Biot a ese respecto que para nosotros, puesto que en sus publicaciones minimizó sistemáticamente e incluso dejó de lado aquellas de sus actividades que tenían un carácter más exploratorio (tal y como he ejemplificado en mi primera sección sobre Ampère). En un análisis de la práctica experimental esos métodos de trabajo se manifiestan especiales, y claramente diferentes de la mayor parte de las otras actividades que se llevaban a cabo en ese campo. Volveré a esa observación significativa en la próxima sección.

Aquellas observaciones están corroboradas mediante una revisión de la literatura histórica del periodo en cuestión. Dicho brevemente, se publicaron recuentos sobre la historia y estado del electromagnetismo –Erman en 1821, Faraday el mismo año, y Pfaff en 1824[27]. No obstante, en ninguna de ellas hubo nada que retratase a un grupo especial que pudiéramos identificar como "romántico". Aquellos que han sido llamados después "románticos" eran simplemente considerados como los principales investigadores del momento, junto con otros muchos. No es que esos autores trataran el campo como indiferenciado y homogéneo. Ellos subrayaron los

[27] (Erman 1821), (Faraday 1821-22), (Pfaff 1824).

métodos específicos como especiales y diferentes de la mayoría de las demás. Pero dicho estatus especial no se adscribía a un grupo de supuestos "románticos", sino a Biot con su ley y a Ampère con su teoría matemática. Fue el método matematizante el que se mostró especial.

Aunque mis resultados se basan en un estudio histórico bastante limitado, no se restringen al episodio del primer electromagnetismo, sino que dan una visión característica del escenario general de la investigación eléctrica a finales del siglo XVIII y principios del XIX. Haciendo un somero esbozo, podría decirse que el campo de trabajo estaba dominado por dos grandes tendencias: la más importante, simbolizada por la pila de Volta, se refería a todo el galvanisno con sus ramificaciones en fisiología y electroquímica, mientras que la otra, no menos visible, simbolizada por la balanza de torsión de Coulomb, se centraba en la cuantificación y la matematización. Si examinamos este campo, lo que sí se hace ver como un grupo específico dotado de un programa propio, no son los "románticos" en cualquiera de los sentidos del término, sino el círculo de investigadores matematizantes. Establecidos esencialmente en París, tenían un programa explícito, se habían distanciado deliberadamente de la forma tradicional de investigar en electricidad, y sus trabajos sólo podían ser entendidos en general por los miembros del grupo. Y ellos buscaban ciertamente una práctica experimental bastante específica, guiada por la idea de las mediciones de precisión, y sus consecuencias para el tipo de cuestiones, de acciones y del uso y carácter de los instrumentos. Por el contrario, los que suelen llamarse "románticos" eran sencillamente los principales representantes de una tendencia investigadora que implicaba a la mayoría de los investigadores europeos. Tal perspectiva es apta para cambiar nuestra visión de la investigación "romántica", al menos en materia de electricidad. Si puede extenderse y cómo a otros campos como la fisiología, geología y mineralogía, es una cuestión abierta a la vez que interesante.

Experimentación exploratoria, formación conceptual y electricidad

El caso de la electricidad es suficientemente rico como para que se lo considere de carácter más general. Aunque los procedimientos y objetivos del experimento en los casos que he expuesto arriba no evidencian diferencias entre "romántico" y "no romántico", apuntan, sin embargo, a tipos claramente distintos de procedimientos experimentales. En muchos casos nos encontramos en un lugar preeminente una especie de método de variación de numerosos parámetros experimentales, con el propósito de obtener un conjunto de regularidades empíricas. Ørsted (en su segunda serie), Schweigger, Poggendorff, Ampère (en su primera serie), Davy y Faraday se comportaron en esto de manera bastante semejante. Fue distinta, sin embargo, la manera de proceder de Biot, como lo fue el primer episodio de Ørs-

ted y el segundo de Ampère. Más que de hacer muchas variaciones, se trataba de sacar el máximo partido de un dispositivo experimental para determinar un factor numérico o de comprobar una intuición especifica bien formulada.

Los dos métodos apuntan a dos tipos diferentes de actividad experimental. El segundo tipo está más próximo a lo que puede considerarse la "visión estándar" del experimento. Había una teoría que permitía esperar cierto efecto; esto daba lugar a diseñar y a realizar el experimento; y su resultado servía de ejemplo o de apoyo a la teoría. Así es como ha concebido, en general, el experimento tradicionalmente la filosofía de la ciencia[28]. Sin embargo, los otros casos exhiben un tipo de experimento que he caracterizado como "exploratorio"[29]. Lejos de ser un juego sin ideas con el aparato, tiene orientaciones y fines epistémicos precisos. El método experimental principal es la variación sistemática de los parámetros del experimento, con la finalidad de saber cuáles afectan al efecto buscado o son un requisito esencial. La finalidad principal es formular regularidades empíricas acerca de esas dependencias y correlaciones. Además, en muchos casos sucede que los conceptos y categorías existentes resultan ser inadecuados para dicho propósito. Se hace entonces necesaria la revisión de estos conceptos y categorías y la formación de otros nuevos que permitan una formulación general y estable de los resultados experimentales. Es aquí, en el marco de la formación de conceptos, donde la experimentación exploratoria alcanza su poder e importancia únicos, donde la acción y la conceptualización se estabilizan o desestabilizan mutuamente a cada paso. Los dos tipos de experimento no sólo difieren en su finalidad epistémica y en las orientaciones para el trabajo experimental efectivo, sino también en el carácter de los instrumentos y aparatos. Los instrumentos para el trabajo de exploración deben permitir un mayor abanico de variaciones, y estar abiertos a una variedad mayor de posibles resultados, incluso algunos no previsibles. Por el contrario, al comprobar previsiones bien fundadas, los instrumentos han sido diseñados para un determinado efecto; las posibilidades de variación son mucho más restringidas y lo mismo sucede con los resultados que no entran dentro del rango de lo esperado. Tal y como lo ilustran tanto el segundo instrumento de Ampère como el dispositivo de Biot, la especificidad del aparato tiene que pagar un precio en términos de pérdida de flexibilidad y de capacidad de captar resultados inesperados.

La experimentación exploratoria es mucho más común en la investigación científica de lo que se ha creído hasta ahora. Precisamente en la historia de la electricidad es posible dar una lista de numerosos episodios, desde Gilbert hasta Dufay, Galvani y Humboldt, de Faraday a Plücker y Röntgen,

[28] (Popper 1934), (van Fraassen 1981), por poner sólo dos ejemplos.

[29] Para una exposición más detallada, véase (Steinle 1997), (Steinle 2002), o (Steinle en prensa-a), cap. 7.

llegando hasta la superconductividad a alta temperatura de la década de 1980[30]. En otros campos, como la química o las ciencias biológicas, hay muchísimos ejemplos. Que la experimentación exploratoria haya escapado durante tanto tiempo a la atención se debe sobre todo a que es típico que no aparezca en la presentación de los resultados científicos, ni siquiera en narraciones posteriores de los científicos acerca de lo que hicieron. Después de todo, es a menudo el cambio de las categorías básicas, conceptos y formas de representación lo que más importa aquí. Y, como ya señaló Ludwik Fleck, es sumamente difícil, después de haberse observado tal cambio o reformulación, volver a imaginar el estado previo e imperfecto de la investigación[31].

Más que típica de algunos campos de estudio o tradiciones, la experimentación exploratoria tiene que ver con situaciones epistémicas específicas, aquellas en las que las mismas bases conceptuales de un campo determinado son puestas en cuestión y, por tanto, no ofrecen orientación alguna para el trabajo experimental. La primera fase del electromagnetismo es un ejemplo típico. Muchos investigadores se vieron desconcertados por las características del efecto. El mayor desafío radicaba en las propiedades espaciales del nuevo efecto, ya que era ahí donde los conceptos tradicionales no resultaban efectivos. Fue aquí, por tanto, donde se formaron, en el curso de la experimentación exploratoria, nuevos conceptos: "izquierda y derecha de la corriente" y "circuito de corriente" de Ampère, esquemas circulares de Davy y movimientos circulares de Faraday (primero imaginados y posteriormente realizados). Más tarde Faraday elaboraría, en un contexto muy parecido, incluso el concepto de líneas de fuerza. Todos estos conceptos fueron introducidos como un medio de formular regularidades empíricas, excluyendo explícitamente la consideración de procesos microscópicos. Por el contrario, la situación era muy diferente para Biot. Profundamente comprometido con la concepción laplaciana del universo, no podía poner en cuestión sus conceptos fundamentales, por lo que, en contraste con los demás, trabajó buscando la estabilidad conceptual. Su tarea experimental fue claramente dictada por el programa: encontrar un dispositivo que permitiera hallar la ley de la fuerza. Variar con amplitud muchos parámetros experimentales hubiera ido en contra de su bien planeado programa. Algo parecido puede decirse de los métodos de comprobación de Ampère en el segundo episodio.

La diferencia entre los métodos exploratorios y los dirigidos por la teoría ofrece una nueva perspectiva sobre la investigación eléctrica de principios del siglo XIX, concretamente sobre el *status* particular de los trabajos de París. La investigación sobre la pila voltaica y sobre todos los campos

[30] Discuto esos casos en (Steinle en prensa-a), cap. 7. (Burian 1997) presenta un caso significativo tomado de los comienzos de la genética.

[31] (Fleck 1979), 86.

relacionados era heterogénea y usaba métodos tanto exploratorios como orientados por la teoría o la especulación, a veces por la misma persona, como ilustra el caso de Ørsted. En cambio, aquellos comprometidos con el método matemático realizaban casi exclusivamente experimentación orientada por la teoría. Las hipótesis conceptuales del programa eran poderosas y proporcionaban limitaciones tan fuertes que permitían reducir la finalidad de muchos experimentos a la determinación de un parámetro específico: el exponente en la ley de la fuerza. La existencia de dicha ley y el hecho de que tuviera la forma de una sencilla función potencial no eran interrogantes, sino supuestos previos del marco conceptual; en efecto, sólo tales supuestos previos hacían posible una experimentación bien dirigida. Todo lo dicho ofrece una buena ilustración de cómo distintos tipos de experimentación están conectados con distintas situaciones epistémicas, con una (supuesta) mayor o menor estabilidad en el terreno conceptual.

Epílogo

En el programa general de este congreso los organizadores plantean la cuestión de si hay una manera de estudiar la Naturaleza distinta de la de las matemáticas. La pregunta debía ser retórica: es demasiado obvio que no sólo existen tales caminos, sino que han desempeñado un papel fundamental en la investigación. Sin embargo, hay otra pregunta agazapada detrás de la observación de los organizadores: ¿es dicha forma no matemática de estudiar la naturaleza la que llamamos "romántica"? Una vez más, la respuesta, desde la perspectiva de la electricidad, es muy clara: no hay ninguna razón para que todo método no matemático tenga que ver con el "romanticismo"[32]. Basta pensar en nombres como Galvani, Volta, Arago, de la Rive, van Marum o Poggendorff. Casi todos ellos siguieron líneas de trabajo no matemáticas, y la única excepción fue el pequeño grupo de matemáticos de París. Y no es una casualidad que sólo este pequeño grupo hiciera un cierto tipo de experimentos distinto de todos los demás. Una mirada a la práctica experimental arroja así nueva luz tanto sobre la así llamada "ciencia romántica" como sobre la experimentación en general.

[32] Además, se podría añadir que no todo enfoque romántico fue ajeno a las matemáticas, como lo muestra el caso del "físico romántico" *par excellence*, Johann Wilhelm Ritter. Con su esquema de tratamiento de las disposiciones galvánicas extremadamente abstracto y poderoso, se aproximó al formalismo matemático mucho más que cualquiera de sus contemporáneos (Ritter 1798).

Referencias bibliográficas

Ampère, André-Marie, "Suite du Mémoire sur l'Action mutuelle entre deux courans électriques, entre un courant électrique et un aimant ou le globe terrestre, et entre deux aimants", *Annales de Chimie et de Physique* 15 (Octubre, 1820), pp. 170-218.

Andrade Martins, Roberto de, "Resistance to the Discovery of Electromagnetism: Ørsted and the Symmetry of the Magnetic Field", *Paper given on the conference 'Volta and the History of Electricity',* Como y Pavia, Septiembre, 1999.

Andrade Martins, Roberto de, "Romagnosi and Volta's pile: Early difficulties in the interpretation of voltaic electricity", en F. Bevilacqua and L. Fregonese (ed.), *Nuova Voltiana: Studies on Volta and his Times*, Ulrico Hoepli, Pavía y Milán (2001) 3, pp. 81-102.

Biot, Jean-Baptiste, "Sur le magnetisme de la pile de Volta", *Bulletin des Sciences par la Societé Philomatique* (Agosto, 1820) p. 128.

Biot, Jean-Baptiste, "Sur l'aimantation imprimé aux métaux par l'èlectricité en mouvement; lu à la séance publique de l'Académie des sciences le 2 avril 1821", *Journal de Savans* (Abril, 1821), pp. 221-235.

Burian, Richard M., "Exploratory Experimentation and the Role of Histochemical Techniques in the Work of Jean Brachet, 1938-1952", *History and Philosophy of the Life Sciences* 19 (1997), pp. 27-45.

Caneva, Kenneth L., "Physics and Natürphilosophie: A Reconaissance", *History of Science* 35 (1997) pp. 35-107.

Christensen, Dan Ch., "The Ørsted-Ritter Partnership and the Birth of Romantic Natural Philosophy", *Annals of Science* 52 (1995), pp. 153-185.

Cunningham, Andrew y Jardine, Nicholas (ed.), *Romanticism and the Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge 1990.

Daiber, Jürgen, *Experimentalphysik des Geistes: Novalis und das romantische Experiment*, Vandenhoeck & Ruprecht, Gotinga 2001.

Davy, Humphry, "On the magnetic phenomena produced by Electricity", *Philosophical Transactions* 111 (part I), (1821) pp. 7-19.

Dibner, Bern, *Ørsted and the discovery of electromagnetism*, Blaisdell, Nueva York 1962.

Engelhardt, Dietrich von, "Romantisicm in Germany", en R. Porter and M. Teich (ed.), *Romanticism in national context*, Cambridge University Press, Cambridge 1988, pp.109-133.

Erman, Paul, *Umrisse zu den physischen Verhältnissen des von Prof. Ørsted entdeckten elektro-chemischen Magnetismus*, Berlín 1821.

Faraday, Michael, "On some new electro-magnetical motions, and on the theory of magnetism", *Quarterly Journal of Science* 12 (1821), pp. 74-96.

Faraday, Michael, "Historical Sketch of Electro-Magnetism", *Annals of Philosophy* 2 y 3 (N.S.) (Septiembre, Octubre de 1821 y Febrero de 1822), pp. 195-200, 273-290 y 107-121.

Fleck, Ludwik, *Genesis and Development of a Scientific Fact*, University of Chicago Press, Chicago 1979.

Franksen, Ole Immanuel, *H. C. Ørsted: a man of the two cultures*, Strandberg, Birkeroed 1981.

Gillispie, Charles Coulston, *The edge of objectivity: an essay in the history of scientific ideas*, Princeton University Press, Princeton 1960.

Henderson, Fergus, "Novalis, Ritter and 'experiment': A tradition of 'active empiricism'", en E. S. Shaffer (ed.), *The third culture: Literature and science*, de Gruyter, Berlín 1998, pp.153-169.

Herrmann, Armin, "Faraday, der romantische Physiker", *Physikalische Blätter* 23 (1967) pp. 343-346.

Herrmann, Armin (ed.), *Die Begründung der Elektrochemie und Entdeckung der ultravioletten Strahlen von Johann Wilhelm Ritter.* Ostwalds Klassiker der exakten Naturwissenschaften, Neue Folge, Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/M. 1968.

Jansen, F. J. Billeskov *et al.* (ed.), *Hans Christian Ørsted*, Nyt Nordisk Forlag Arnold Buschk, Kopenhagen 1987.

Jelved, Karen *et al.* (ed.), *Selected scientific works of Hans Christian Ørsted*, Princeton University Press, Princeton 1998.

Launay, Louis de (ed.), *Correspondance du Grand Ampère*, Gauthier-Villars, París 1936-43.

Meya, Jörg & Sibum, H. Otto, *Das fünfte Element. Wirkungen und Deutungen der Elektrizität*, Rowohlt & Deutsches Museum, Hamburgo y Munich 1987.

Meyer, Kirstine (ed.), *H.C. Ørsted: Naturvidenskabelige Skrifter - Scientific Papers*, Hoest & Soen, Copenhague 1920.

Mottelay, Paul Fleury, *Bibliographical History of Electricity and Magnetism, chronologically arranged*, Charles Griffin, Londres 1922.

Nielsen, Keld, "Another kind of light: The work of T.J. Seebeck and his collaboration with Goethe, part I", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 20 (1989), pp. 107-178.

Ørsted, Hans Christian, *Ansicht der chemischen Naturgesetze, durch die neueren Entdeckungen gewonnen*, Realschulbuchhandlung, Berlín 1812.

Ørsted, Hans Christian, "Nouvelles expériences électro-magnétiques; par M. J.C. Ørsted, Communiquées dans une lettre recue à Paris, le 29 septembre 1820", *Journal de Physique* 91 (Julio, 1820) pp.78-80.

Ørsted, Hans Christian, *Experimenta circa effectum Conflictus electrici in Acum magneticam*, Copenhage 1820 (A) p. 4.

Ørsted, Hans Christian, "On Electro-Magnetism", *Annals of Philosophy* 2 (N.S.) (Noviembre, 1821), pp. 321-337.

Ørsted, Hans Christian, "Thermo-Electricity", en D. Brewster (ed.), *Edinburgh Encyclopaedia*, Edimburgo 18 (1830) pp. 573-589.

Pfaff, Christoph Heinrich, *Der Elektromagnetismus. eine historisch-kritische Darstellung der bisherigen Entdeckungen auf dem Gebiete desselben, nebst eigenthümlichen Versuchen*, Perthes und Besser, Hamburg 1824.

Poggendorff, Johann Christian, "Physisch-chemische Untersuchungen zur näheren Kenntnis des Magnetismus der voltaischen Säule", *Isis, oder Encyclopädische Zeitung (Oken)*, (1821), pp.687-710.

Poggi, Stefano & Bossi, Maurizio (ed.), *Romanticism in science: science in Europe, 1790-1840*. Boston studies in the philosophy of science, Kluwer, Dordrecht 1994.

Poppe, Kurt, "Johann Wilhelm Ritter, der Physiker der Romantik", *Die Drei. Anthroposophische Zeitschrift zur Erneuerung von Wissenschaft, Kunst und sozialem Leben* 29 (1959), pp. 29-38.

Popper, Karl Raimund, *Logik der Forschung*, Julius Springer, Viena 1934.

Porter, Roy & Teich, Mikulás (ed.), *Romanticism in national context*, Cambridge University Press, Cambridge 1988.

Ritter, Johann Wilhelm, *Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebenspr o - cess in dem Thierreich begleite. Nebst neuen Versuchen und Bemerkungen über den Galvanismus*, Industrie-Comptoir, Weimar 1798.

Schulz, Reinhard, "Gibt es für die Romantik eine spezifische naturwissenschaftliche Experimentierpraxis? Die Auffassungen von Goethe, Schelling, Ritter und Treviranus zur Naturforschung um 1800", *Philosophia Naturalis* 30 (1993), pp. 254-277.

Schweigger, Johann Salomo Christoph, "Zusätze zu Ørsteds elektromagnetischen Versuchen, vorgelesen in der naturforschenden Gesellschaft zu Halle den 16. September 1820", *Journal für Chemie und Physik (Schweigger)* 31 (1. Heft (Enero, 1821)), pp. 1-17.

Shaffer, Elinor S. (ed.), *The third culture: Literature and science*. European cultures: Studies in literature and the arts, de Gruyter, Berlín 1998.

Snelders, H. A. M., "Ørsted's discovery of electromagnetism", en A. Cunningham y N. Jardine (ed.), *Romanticism and the Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge 1990, pp. 228-240.

Söderbaum, Hendrik Gustav (ed.), *Jacob Berzelius: Bref - Lettres*, Almqvist & Wiksells boktryckeri, Uppsala 1912-32.

Steinle, Friedrich, "Looking for a "simple case": Faraday and electromagnetic rotation", *History of Science* 33, (1995), pp. 179-202.

Steinle, Friedrich, "Entering New Fields: Exploratory Uses of Experimentation", *Philosophy of Science* 64 (Supplement) (1997), S65-S74.

Steinle, Friedrich, "... et voilà une nouvelle théorie d'aimant": Ampères Weg zur Elektrodynamik", en R. Thiele (ed.), *Mathesis: Festschrift zum siebzigsten Geburtstag von Matthias Schramm*, GNT-Verlag, Berlín 2000, pp. 250-281.

Steinle, Friedrich, "Challenging established concepts: Ampère and exploratory experimentation", *Theoria: revista de teoria, historia y fundamentos de la ciencia* 17, (2002), pp. 291-316.

Steinle, Friedrich (en prensa-a), *Explorative Experimente. Ampère, Faraday und die Ursprünge der Elektrodynamik*, Franz Steiner Verlag, Stuttgart.

Steinle, Friedrich (en prensa-b), "The practice of studying practice: Analyzing research records of Ampère and Faraday", en F. L. Holmes, J. Renn y H.-J. Rheinberger (ed.), *Reworking the bench: Research notebooks in the History of Scien - ce*, Kluwer, Dordrecht.

Uerlings, Herbert (ed.), *Novalis und die Wissenschaften*. Schriften der Internationalen Novalis-Gesellschaft, Niemeyer, Tübingen 1997.

van Fraassen, Bas C., "Theory construction and experiment: An empiricist view.", en P. D. Asquith y R. N. Giere (ed.), *PSA 1980: Proceedings of the Biennial Mee - ting of the Philosophy of Science Association*, Philosophy of Science Association. vol.2, East Lansing 1981, pp. 663-677.

Wetzels, Walter D., *Johann Wilhelm Ritter: Physik im Wirkungsfeld der deutschen Romantik*, de Gruyter, Berlín 1973.

Wetzels, Walter D., "Johann Wilhelm Ritter: Romantic physics in Germany", en A. Cunningham y N. Jardine (ed.), *Romanticism and the Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge 1990, pp. 199-212.

Williams, Leslie Pearce, "Ørsted, Hans Christian", en C. Gillispie (ed.), *Dictionary of Scientific Biography*. 10, (1974) pp. 182-186.

"ANSCHAUUNG" *VERSUS* VISIÓN MATEMÁTICA EN ØRSTED: "QUIZÁS ES HORA DE QUE LAS MATEMÁTICAS INTENTEN ACERCARSE A LA FILOSOFÍA NATURAL"

Anja Skaar Jacobsen
Universidad de Aarhus, Dinamarca

1. Introducción

Ørsted y las matemáticas parecen dos polos opuestos. Es bien sabido que Hans Christian Ørsted (1777-1851) rara vez usó herramientas matemáticas en sus trabajos científicos y ello fue una opción deliberada por su parte[1]. Los propios estudiosos han lamentado esto. Por ejemplo, Kirstine Meyer sugirió que Ørsted podría haber jugado un papel mayor en el desarrollo de la teoría del electromagnetismo si hubiese sido más hábil matemáticamente y si hubiese entendido mejor la teoría "electrodinámica" matemática de Ampère[2]. Olaf Pedersen riñó a Ørsted por no haber introducido correctamente la mecánica de Newton, esto es, en su forma matemática apropiada, en la Universidad de Copenhague, cuando tuvo la oportunidad[3]. Siguiendo ese enfoque, por supuesto que la relación de Ørsted con las matemáticas parece ser meramente una mancha oscura en la historia de la física danesa.

---

[1] Ver por ejemplo Pedersen, 1987, pp. 140-149, 1988, pp. 154-162, Meyer, 1920, pp. clv-clxii.

[2] Meyer, 1920a, p. cviii, 1920, p. clxi.

[3] Olaf Pedersen ha documentado que el libro de texto de mecánica de Ørsted en sus varias ediciones (ver debajo) y las enseñanzas de Ørsted sobre mecánica, en combinación con su gran autoridad en asuntos de política de investigación, tuvo un resultado negativo para la implementación y difusión de la mecánica de Newton en Dinamarca a lo largo del siglo XIX (Pedersen, 1987, 1988).

Sin embargo, a pesar del hecho de que rara vez trabajó matemáticamente, la cuestión acerca de una visión matemática frente a una visión más inmediata e intuitiva de los fenómenos naturales fue importante para Ørsted, ya que era partidario de esta última y a menudo sentía que necesitaba explicarla y defenderla. Durante toda su vida Ørsted dedicó mucho tiempo a pensar en los problemas de representación e intentó promover su propio método científico *Veranschaulichen*[4] como una alternativa al enfoque matemático abstracto. Sin embargo, ni desechó ni se opuso totalmente al método matemático. ¿Por qué? ¿Para qué lo necesitaba? Estas preguntas, que intentaremos contestar a continuación, iluminarán nuevos aspectos sobre Ørsted. Naturalmente no esperemos encontrar un genio matemático no reconocido hasta ahora. Más bien, como veremos, investigar de cerca la relación de Ørsted con las matemáticas lleva a un mejor entendimiento, por ejemplo, de su gran proyecto de unificación de las ciencias, que aparentemente involucraba también a la geometría en más de un sentido.

A continuación presentaré las opiniones de Ørsted sobre el método científico, con especial referencia al papel que Ørsted atribuyó a la representación matemática en la filosofía natural. Describiré y analizaré cómo ello afectó a su propio trabajo sobre la mecánica y la química, y expondré un hasta aquí desconocido –o así parece– proyecto de geometría que Ørsted comenzó en 1807-08, pero que al parecer quedó en nada.

2. El método de Ørsted

En la historia de la ciencia romántica se asevera con frecuencia que la *Natürphilosophie* y el Romanticismo se oponían directamente a una descripción mecánica y matemática de la naturaleza, que era la característica fundamental de la corriente principal de la ciencia francesa a comienzos del siglo XVIII. En cambio el Romanticismo implicó preguntas cualitativas sobre la naturaleza, tanto experimentales como especulativas, en el contexto de una visión global dinámica y orgánica[5]. Ørsted a menudo es retratado como el prototipo del científico romántico[6]. Debido a la influencia de la *Natürphilosophie*, estaba preocupado por la unidad, el dualismo, la polaridad en la naturaleza y la creencia de que todo el conocimiento podría sintetizarse en un todo armonioso. Buscaba la estructura subyacente a la natu-

[4] La palabra alemana *Anschauung* para el equivalente danés *Anskuelse* se traduce como visión o intuición inmediata. Como también aparecerá en lo sucesivo, señalemos que Ørsted empleó el término en este sentido y no en el sentido del más esquematizado *Anschauung* de Kant como formas mentales pasivas, espaciales y temporales, a través de las cuales los datos de los sentidos se presentan al entendimiento.

[5] Caneva, 1975, 1993, pp. 282-283, Nielsen, 1989.

[6] Véase, por ejemplo, Gower, 1973, Williams, 1973, Caneva, 1997.

raleza fundamental, eterna e ideal y pensó que había encontrado un aspecto central de ella cuando descubrió el electromagnetismo. Finalmente, se inclinó por el dinamismo y rechazó el atomismo mecánico o "físico", esto es, la creencia en átomos sólidos, duros, impenetrables e indivisibles, como bloques más pequeños de la materia.

Aunque Ørsted creyó que la *Anschauung* y el descubrimiento de los verdaderos principios fundamentales de la naturaleza podrían ser posibles a través de un sentido interno, de una *intuición intelectual*, y aunque construyó sistemas especulativos de la naturaleza a cuenta de eso, aun así se distanció de Schelling, Steffens y otros *Natürphilosophen* puramente especulativos, por acentuar la importancia de la evidencia experimental para apoyar o confirmar la construcción del sistema[7]. Por otro lado, despreció la recopilación de datos puramente empírica practicada por muchos filósofos naturales, particularmente en la química de entonces. Así Ørsted se inclinó por un enfoque que extraía elementos tanto de la experiencia como de la razón[8]. La pregunta surge entonces: ¿Qué papel, si es que alguno, jugaron las matemáticas en este esquema? ¿Y cómo se relaciona la descripción matemática con la *Anschauung* en una teoría científica, según Ørsted?

3. *Anschauung* contra visión matemática

Ørsted nunca aprendió muchas matemáticas, ni de muchacho ni de estudiante. Creció en la botica de su padre, en un pueblo pequeño, Rudkjøbing, situado en una isla remota del sur de Dinamarca. En aquel momento no había escuela en la isla, y aparte del entrenamiento farmacéutico en el laboratorio farmacéutico, la educación que adquirió fue más bien fortuita. Un fabricante de pelucas alemán y su esposa, en cuya casa pasaba los días con su hermano, les enseñó alemán y cosas de la Biblia. Por otra parte, los visitantes de la botica, que también funcionaba como posada local, habrían cuidado la educación de los hermanos en otras áreas. Sin embargo, al parecer nadie pudo enseñarles más que las reglas elementales de cálculo[9].

Cuando Ørsted tenía 17 años fue a Copenhague para matricularse en la universidad. Pronto aprobó los exámenes de acceso y los cursos preliminares y se interesó por la astronomía y la filosofía natural [Physik] entre otras cosas. También hizo cursos de matemáticas elementales y estudió a Euclides, antes de especializarse en química (o más bien farmacia) y filosofía[10]. Resumiendo, Ørsted tenía una formación pobre en matemáticas, con el resultado de que

[7] Jacobsen, 2000, pp. 70-76, Williams, 1973, pp. 9-10, Stauffer, 1957.
[8] Ørsted, 1807-08, "Geometrie", pp. 5-6.
[9] Billeskov Jansen, 1987, p. 7.
[10] Jacobsen, 2000, pp. 3-4.

nunca sentía o mostraba la misma confianza con las matemáticas como, en general, con las materias de la filosofía natural. Más de una vez sugirió, por ejemplo, que eran los expertos quienes debían probar las ideas suyas sobre geometría[11]. Es innecesario decir que esta falta de confianza influyó en su opinión sobre las matemáticas; una opinión que, salvo la preocupación creciente de Ørsted por la popularización de la filosofía natural y su consiguiente distanciamiento de la descripción matemática, no se alteró mucho a lo largo de su carrera. Sin embargo, el cuadro no es tan sencillo como parece.

De hecho, Ørsted no tenía absolutamente nada contra las matemáticas como tales, e incluso admitía el hecho de que "*las matemáticas juegan un papel importante en la presentación de la filosofía natural [Naturlærens Foredrag]*"[12]. Esta declaración es probablemente el documento más importante con respecto a la opinión de Ørsted sobre el método científico, a saber, su *Primera introducción a la Filosofía Natural General,* que contiene o consiste en un manifiesto metodológico y epistemológico. Según Ørsted, estaba en la naturaleza de las cosas que "*cada cambio tiene su magnitud, y tam - bién cada una de sus partes. Estas magnitudes, así como la manera en que los cambios se siguen unos a otros, sólo puede determinarse con la ayuda de las matemáticas*". Así, las matemáticas "*presentan las leyes naturales de las magnitudes*", la filosofía natural "*las leyes de los objetos que tengan magnitud [...] Por consiguiente las una siempre han servido al desarrollo de la otra*". Ørsted parangonaba "*matemáticas aplicadas y filosofía natural*", porque ambas "*tratan con los mismos objetos y también comparten el deseo de mostrar la conexión racional entre tales objetos*"[13].

Muchos años más tarde Ørsted fue indirecta, pero aún así severamente criticado por los miembros de la comunidad matemática danesa por su renuente punto de vista sobre la aplicación de las matemáticas a la filosofía natural[14]. Respondió a las críticas y admitió que "*es muy importante para la filosofía natural [Physiken] que sus verdades* ***también*** *se representan en la forma de las matemáticas*"[15].

Sin embargo, según Ørsted, la descripción matemática tenía sus inconvenientes. Uno tenía que ser cauto "*y luchar contra la fea aplicación de esos axiomas abstractos que podrían llevar fácilmente a consecuencias peligro - sas desde un punto de partida en sí mismo correcto*"[16]. Así que el método matemático no siempre proporcionaba la verdadera visión intuitiva de la naturaleza, tal como lo hacía el método experimental, según Ørsted. Más

[11] Ørsted, 1799, p. 341, 1811(1998), p. 297.

[12] Ørsted, 1811(1998), pp. 296.

[13] Ørsted, 1811(1998), pp. 296-297.

[14] Para este episodio véase Pedersen, 1988, pp. 148-149, Meyer, 1920, pp. cliv-clxiv.

[15] Ørsted, 1847, p. 1438. Las cursivas en negrita son mías.

[16] Material biográfico inédito del periodo 1829-38, papeles de Ørsted 4 en la Royal Library, citado por Meyer, 1920, p. clxiii.

bien los matemáticos se quedaban satisfechos con las conexiones abstractas y artificiales de los fenómenos naturales. Considera que "*el estudiante de la naturaleza [Naturgrandskeren] [...] intenta básicamente encontrar la cone - xión más inmediata entre los efectos de las varias fuerzas naturales*", y que "*a menudo deduce los teoremas directamente de la naturaleza de un efecto, [...] el matemático sólo llega tortuosamente a ellos desde alguna verdad básica sobre la que prefiere construir*" y se queda "*satisfecho con una cone - xión artificial*". El estudiante de la naturaleza consigue una experiencia inmediata, pero fundamental, de la naturaleza *"que el matemático sólo puede pedir prestada"*[17].

Según Ørsted, "*el estudio correcto de la ciencia debe presentar y enseñar [foredrage] la filosofía natural de una manera distintiva [eiendommelig] basada en su naturaleza*"[18]. Esto significaba presentar los fenómenos en su esencia o efecto, lo que significaba presentarlos en su llegada a la existencia o en embrión, porque de este modo se lograba la visión de las propiedades *activas*, que eran fuerzas, según la terminología dinámica de Ørsted. Este sentía que con frecuencia las representaciones matemáticas no se atenían a esta "forma natural" de la ciencia.

Por ejemplo, Ørsted hablaba de "*presentar la teoría de la acción capilar en su forma más fácil y más apropiada de filosofía natural*", que desde luego no era "*la gran obra de arte matemática*" de Laplace[19]. Estaba refiriéndose a un fenómeno producido por la acción capilar, a saber, que dos paredes móviles sumergidas en un líquido se acercarían entre sí (ver figura 1). En su teoría matemática del fenómeno, Laplace se permitió responder que las paredes se acercan por la presión *negativa* resultante, ejercida por el líquido sobre las paredes por encima del nivel del líquido en el recipiente más grande. Ørsted dijo que esta explicación teórica no proporcionaba una visión intuitiva del fenómeno real. ¡Podría ser suficiente para el matemático explicar el fenómeno abstractamente mediante una presión negativa, pero el filósofo natural no podría entender intuitivamente cosas tales como una presión negativa! Ørsted sugirió pensar este efecto de la acción capilar en términos de lo opuesto a una presión, de lo que para él era una atracción *positiva* o un "acercamiento" [Nærmelse] entre el líquido y las dos paredes[20]. Una atracción positiva era una propiedad activa o una fuerza ejercida por el líquido ¿Pero qué sería una presión negativa? Así él explicaría el fenómeno en términos de fuerzas activas, que consideraba que era la forma más apropiada. La descripción matemática de Laplace no era equivocada o fea como tal. De hecho Ørsted la reconoció como un fino ejemplo de arte matemático, pero que no proporcionaba la *Anschauung* del fenómeno observado al introducir

[17] Ørsted, 1811(1998), p. 296.
[18] Meyer, 1920, p. clxii., también ver Ørsted, 1831, col. 856, 1847, p. 1438.
[19] Ørsted, 1819-20(1920), p. 444, Ørsted, 1831, col. 857.
[20] *Ibid*., Ørsted, 1809, p. 248, 1816, § 247, pp. 298-300.

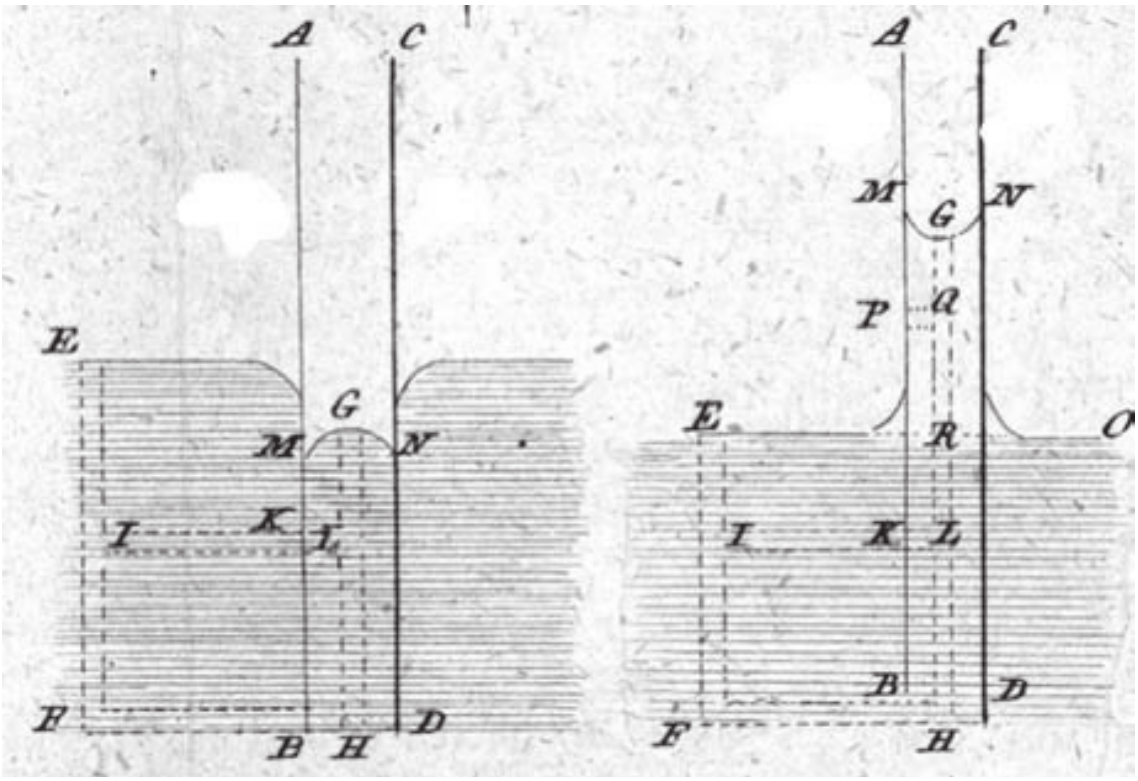


Figura 1. Acción capilar que produce dos paredes móviles, AB y CD, acercándose (Ørsted, 1816, § 247, pp. 298-300, Tabla IX)

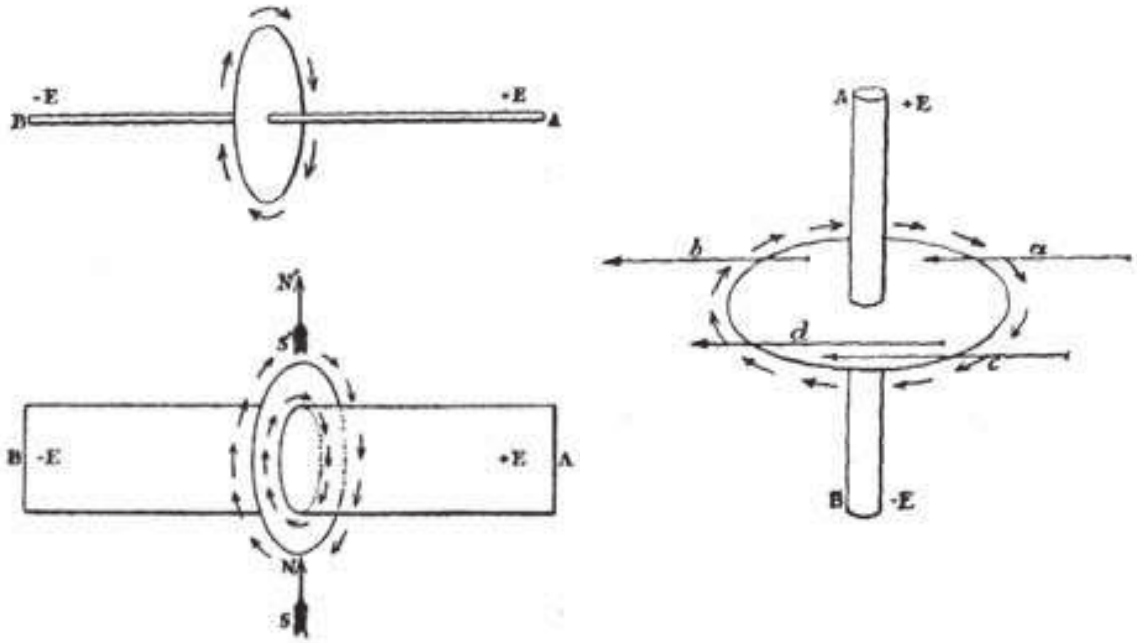


Figura 2. Imágenes del efecto circular de la fuerza electromagnética. En todas las imágenes BA es el conductor en que la dirección de la corriente es AB. En dos casos se ponen las agujas magnéticas en la vecindad del conductor, denotadas por SN, S´N´ o a,b,c,d (Ørsted, 1830(1998), pp. 549-551).

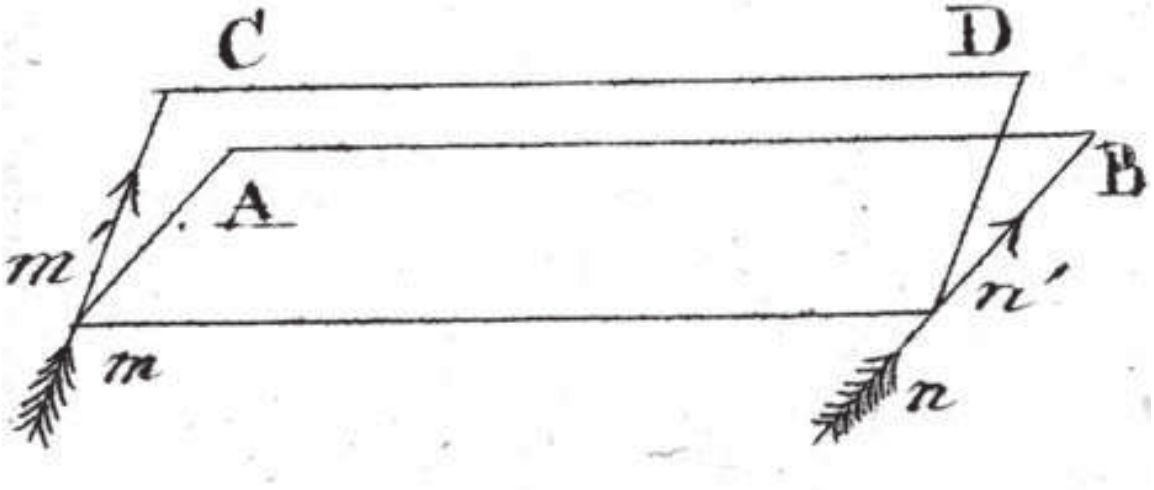


Figura 3. Ilustración de dos elementos minúsculos de corriente interactuantes – mm' y nn'– con dirección arbitraria en el espacio. Las flechas indican la dirección de la corriente (Ampère & Babinet, 1822, Tabla 1)

una presión negativa en la explicación. En particular no proporcionaba la *Anschauung* "correcta" en lo que se refiere a una explicación basada en las fuerzas activas. Aunque Ørsted decía que "el matemático", con la misma facilidad, podría haber descrito una acción positiva del líquido si la hubiera encontrado adecuada para su objetivo, el propio Ørsted no intentó adelantar ningún formalismo matemático alternativo que proporcionara esa *Anschauung* "correcta"[21].

La teoría del electromagnetismo proporciona otro ejemplo en el que la imagen que surge de la formulación matemática resulta inaceptable para Ørsted. En sus primeros trabajos de investigación sobre este asunto, Ørsted propuso una ley electromagnética del fenómeno, declarando que la fuerza electromagnética, producida por la aguja magnética en el conductor que lleva la corriente, giraba en circuitos alrededor del mismo conductor de corriente. Por tanto, había una simetría cilíndrica alrededor del conductor (ver figura 2); un cuadro explicativo del fenómeno al que justamente se aferró el resto de su vida[22]. La teoría de Ampère, por otro lado, proporcionaba un cuadro totalmente diferente del efecto electromagnético. Ampère declaró que todos los fenómenos magnéticos y electromagnéticos podían originarse en simples atracciones y repulsiones entre elementos de corriente infinitesimales, que él imaginaba que estaban dentro del imán (véase figura 3). De nuevo Ørsted declaró que su propia teoría proporcionaba más *Anschauung* del fenómeno en cuestión. Aunque Ørsted también encontró la teoría de Ampère complicada matemáticamente, el punto esencial de su crítica era que la teoría no revelaba lo que

[21] Ørsted, 1816, p. 300, 1819-20(1920), p. 444, 1831, col. 857.

[22] Ver Ørsted, por ejemplo, 1820-21(1998), p. 426, 1830(1998), pp. 549-52, Meyer, 1920a, p. cviii.

"realmente" sucedía en el electromagnetismo; por ello nunca reconoció la teoría de Ampère[23].

Según Ørsted, el método elegido tenía implicaciones no sólo por cómo se representaba la realidad física, sino también para el filósofo natural *per se* con respecto a su práctica investigadora. La *Anschaulichkeit* haría reaparecer los fenómenos naturales en idea o en espíritu. Pero si el filósofo natural se apoyaba meramente en las pruebas matemáticas o tomaba las matemáticas como punto de partida, como afirmaba Ørsted que hicieron Ampère y Laplace en los ejemplos arriba mencionados, perdería su libertad de mente o espíritu [Aandsfrihed], que él consideraba tan importante en el escrutinio de la naturaleza. Mediante su propio enfoque, por consiguiente, Ørsted quería liberar dicho espíritu[24].

Aunque Ørsted adoptó un enfoque conceptual en la primera edición de su libro de texto sobre mecánica, todavía creía que ciertos fenómenos mecánicos, como la fuerza centrípeta y la ley de atracción universal, no se podían describir sin "las matemáticas superiores", o sea, cálculo diferencial e integral[25]. Esta tendencia a expresar los fenómenos naturales conceptualmente como una alternativa a las descripciones matemáticas se acrecentó durante su carrera. A veces parece haber sido casi una cuestión de principios , insistiendo en una descripción conceptual paralela de cada descripción matemática[26]. Finalmente, no dejó mucho espacio para la descripción matemática en su definición de una teoría:

> Una teoría es una interpretación, una visión espiritual de la conexión racional de las cosas. Sólo *aquel* que encuentra el camino al espíritu a través de la letra está en posesión de una teoría.[27]

Así, el único acceso a la visión teórica real pasa por "la letra",o sea, la descripción conceptual, mientras que no hay ninguna mención de modelos matemáticos.

Obviamente, el enfoque más intuitivo parecía irle bien a Ørsted. ¿No descubrió el electromagnetismo siguiendo ese enfoque? Definitivamente adquirió una visión más amplia de la naturaleza a través de su combinación de investigación especulativa y experimental más que mediante los modelos matemáticos. Claro que ello está relacionado con el hecho de que no era un matemático sofisticado. En una época tardía de su vida, cuando había obtenido resultados científicos importantes por medio de sus especulaciones

---

[23] Ørsted, 1820-21(1998), p. 426, 1830(1998), pp. 568-69, Ørsted, M., 1870, vol. 2, p. 65, Meyer, 1920a, p. cxv.

[24] Ørsted, 1805(1920), pp. 92-93, Ørsted, 1831, col. 855, 1847, p. 1438, y material biográfico inédito sobre el periodo 1829-38, los papeles 4 de Ørsted en la Royal Library, citado por Meyer, 1920, clxiii.

[25] Ørsted, 1809, pp. 102, 104, 195.

[26] Ver Ørsted, por ejemplo, 1839(1920), p. 55

cualitativas y experimentales –siendo el más importante su descubrimiento del electromagnetismo– sólo podía, pues, animar a los estudiantes a que siguieran el mismo camino. De hecho animó a los estudiantes a que ampliaran sus estudios de filosofía natural con cursos de matemáticas[28], pero no podía aconsejar a nadie hacerse primero matemático antes de entrar en el campo de la filosofía natural porque:

> Eso normalmente deriva en una notable oscuridad y confusión en la *Anschauung* de la naturaleza: Que ciertos hombres de genio característico, por ejemplo, Newton, Laplace y Gauss, hayan seguido ese camino, obviamente con suerte, no demuestra que sea aconsejable.[29]

Ørsted afirmaba que las matemáticas eran el punto de partida para Ampère, por ejemplo. Eso había llevado a Ampère a una *Anschauung,* interpretación o visualización errónea del efecto electromagnético. En general, aprender el método matemático, enfatizó Ørsted, llevaría a esos estudiantes que "*no poseían un sentido distintivo de la naturaleza*", a fijarse en "la pluralidad" en lugar de la unidad. No llevaría a los estudiantes a ver la armonía de las cosas[30].

Pero si las matemáticas no contribuyeron necesariamente a la "verdadera" imagen de los fenómenos físicos, ¿para qué las necesitaba Ørsted? No está claro si la definición de Kant de la ciencia misma (cuando "*hay matemáticas en ella*"[31]) incluyendo su veredicto sobre la química ("*los principios de los fenómenos químicos [...] no son susceptibles de aplicación de las matemáticas*"[32]) tuvo algo que ver explícitamente, pero es bastante probable. Al menos, el *dictum* kantiano reflejaba claramente la opinión generalizada de los filósofos naturales del momento.

4. La agenda de investigación y enseñanza de Ørsted

Arraigada en el pensamiento de la Ilustración, Ørsted dividió la filosofía natural en filosofía natural general y filosofía natural específica. La filosofía natural general estaba basada en las causas y leyes fundamentales racionales, conteniendo un elemento de deducción *a priori*. La filosofía natural específica era meramente una ciencia descriptiva, consistente en una acumulación de hechos empíricos unidos por algunas leyes empíricas. No tenía

[27] Ørsted, 1852, pp. 104-105.
[28] Ørsted, 1811(1998), p. 305.
[29] Ørsted, 1847, p. 1438.
[30] Ørsted, 1845, la Royal Library, citado por Meyer, 1920, clxii.
[31] Kant, 1786(1985), pp. 6-7.
[32] *ibid.*, pp. 7-8.

ninguna estructura deductiva. En la parte específica de la filosofía natural incluía la historia natural y la química tal como esta ciencia "solía ser" antes de que él la presentara como parte de su propio sistema dinámico. Mientras que esta química "anterior" trataba de las composiciones y descomposiciones de substancias químicas y se preocupaba por encontrar constituyentes y elementos, Ørsted intentó cambiar ese enfoque hacia las *propiedades* químicas *activas*, o sea , fuerzas; la praxis química debía ocuparse de la clasificación de substancias según tales propiedades químicas[33].

Ørsted prosiguió dividiendo la filosofía natural general en *mecánica* y *dinámica*, una reminiscencia de la metafísica de la naturaleza de Kant y del pensamiento ilustrado en general. A veces Ørsted se refería a la mecánica como la parte matemática de la filosofía natural, lo que era bastante común[34]. Por otra parte denominaría mecánica la doctrina del movimiento y dinámica la doctrina de la fuerza. La dinámica comprendía la química, además de la teoría del calor, la luz, el galvanismo, el magnetismo y la electricidad. No es sorprendente que el sistema dinámico de Ørsted tratara los mismos asuntos tratados en el sistema entonces predominante de los imponderables. Incluso era bastante común atribuir todas las teorías del comportamiento interno de estos imponderables a la química, como también hizo Ørsted[35].

La diferencia entre el sistema de Ørsted y el de los imponderables residía en la teoría de la materia y en qué debía considerarse como principio unificador de los temas en cuestión. En la teoría de las imponderables, la unidad era una consecuencia de un modelo matemático unificador de fuerzas centrales, mientras que en el sistema dinámico de Ørsted la unidad se buscaba cualitativamente en términos de la naturaleza polar de dichos fenómenos. Ørsted, como la mayoría de los románticos, se oponía al sistema materialista atomista en que se basaba la teoría de los imponderables. Su teoría de la materia era dinámica e inmaterial; en lugar de tener átomos como entidades primarias, Ørsted asumió dos fuerzas *químico-eléctricas* fundamentales, a las que todos los fenómenos dinámicos pudieran remitirse. Así, las fuerzas constituyen la materia, no los átomos. Su sistema dinámico también era holístico en lugar de "atomista", en el sentido de que en su sistema dinámico el todo era más que la suma de sus partes y todos los fenómenos particulares debían considerarse por referencia al todo[36].

Tan pronto como Ørsted regresó de su primer viaje científico a Alemania, Francia y Países Bajos, a principios de 1804, se propuso introducir su programa de filosofía natural general en su enseñanza e investigación en la Universidad de Copenhague. Preparó un programa de investigación en ciencia dinámica y un programa de enseñanza en las dos ramas de la filosofía

33 Jacobsen, 2000.
34 Ørsted a Oehlenschläger 1809, Ørsted, M., 1870, vol. 1, pp. 281-82.
35 Heilbron, 1993, pp. 28-29, también ver Heilbron en este volumen.
36 Jacobsen, 2000.

natural general, la mecánica y la dinámica[37]. Después de convertirse en profesor de filosofía natural [Physik] en 1806 empezó también a escribir sus propios libros de texto para apoyar este programa. Empezó una trilogía de libros de texto, el primero sobre mecánica, el segundo sobre química dinámica, el calor y el galvanismo, y el tercero sobre las partes más avanzadas de la dinámica, como el magnetismo, la electricidad y la luz. Sin embargo sólo completó el libro de texto sobre mecánica,[38] lo que es quizás irónico, ya que sus investigaciones se relacionaron principalmente con su sistema dinámico. El libro de texto sobre mecánica incluso llegó a aparecer en algunas ediciones revisadas, mientras que nunca completó los libros de texto en el área objeto de su propia investigación.[39]

5. Experimentos mentales versus pruebas matemáticas en Mecánica

El libro de texto sobre Mecánica, se publicó en 1809 e iba destinado tanto a cursos universitarios elementales como a cursos más avanzados[40]. Ørsted escribió a su amigo Oehlenschläger ese año:

> La primera parte de mi libro de texto [...] contiene sólo la parte matemática de la filosofía natural. He estudiado toda esta parte yo mismo y he sacado cosas de Newton, de Laplace y otros cuantos. Algunos de nuestros filósofos de la Naturaleza quizá no lo comprendan, pero yo he capacitado a mi audiencia para hacerlo [...] No puedes imaginar cuánto placer me aporta estudiar todos estos temas. Veo en ellos la anatomía y la fisiología del mundo entero. Pero para comprender esto correctamente en su totalidad y grandeza a menudo hay que perderse en fastidiosas cuestiones de detalle[41].

Lo que distingue este libro de texto de los demás es un largo capítulo introductorio sobre método, historia y filosofía de la ciencia, capítulo que desarrolló y alargó, y aparte de introducirlo en las siguientes ediciones del libro

---

[37] Jacobsen, 2000, pp. 127-132.

[38] Una copia (probablemente una prueba de imprenta) de la segunda parte de la trilogía, *The Doctrine of Force*, se descubrió en 1996. Actualmente está siendo transcrita y traducida por la autora de este artículo y Helge Kragh.

[39] Todavía en 1844 Ørsted esperaba completar su trilogía de libros de texto. Ese año una segunda edición de su libro de texto de 1809 sobre mecánica se publicó "oficialmente" (*i.e.*, con página de título), ahora llamado "The Mechanical Part of Natural History", y planeó un segundo volumen sobre el calor y la luz, así como un tercer volumen sobre electricidad, magnetismo y galvanismo. Aparte de no mencionar la teoría química los contenidos de la trilogía eran los mismos que 30 años antes (Ørsted a Hansteen, 1844, Harding, 1920, vol. 1, p. 211).

[40] Ørsted, 1809, pp. viii-ix. De hecho este primer volumen estaba ya concluido en 1807, pero la edición completa de la obra resultó destruida durante el bombardeo inglés de Copenhague ese año (Toftlund Nielsen, 2000, p. 28).

[41] Ørsted, M., 1870, vol. 1, pp. 281-282.

de texto sobre Mecánica lo publicó por separado en 1811[42]. Otra característica es que Ørsted defendió la teoría mecánica de la materia en el capítulo introductorio sobre "Propiedades generales y relaciones de los cuerpos"[43]. Pero más importante y notable, y quizá la razón de que "[...] *algunos de nuestros filósofos de la Naturaleza quizá no lo comprendan* [...]: Ørsted presentaba la Mecánica de modo casi puramente conceptual, o lo que él calificaba de experimental, con objeto de hacer el libro de texto más popular y fácilmente comprensible. Por tanto excluía de la Mecánica en mayor o menor medida las fórmulas matemáticas[44]. Lo cual es notable porque, como todo el mundo, él llamaba Mecánica a la parte matemática de la filosofía natural y porque frecuentemente expresaba su admiración por la Mecánica de Newton, no sólo por su poder deductivo en términos de unos pocos principios fundamentales de los que se deducía todo lo demás, sino además por su representación matemática general, manifestando la esperanza de que su propio sistema dinámico encontrara algún día su propio matematizador.

Ørsted sustituyó las pruebas matemáticas por *"experimentos mentales y materiales"*[45]. Por experimentos mentales entendía realizar *"acciones mentales para ver lo que se producirá o lo que se seguirá de ello"*[46], y consideraba los experimentos mentales un medio de prueba más apropiado para la filosofía natural que las pruebas matemáticas:

> Tales experimentos realizados con la mente son un tipo de prueba matemática que se ajusta a la filosofía natural mejor que los que siguen el método usual [...] Casi todos los experimentos mecánicos deben tratarse de ese modo y la doctrina del movimiento necesita, por tanto, mucho menos material experimental que la parte dinámica[47].

---

[42] Ørsted, 1811(1998). La siguiente edición "no oficial" del libro de texto sobre mecánica se imprimió sin títulos de página. Por eso Pedersen lo llamó erróneamente según el título de su capítulo introductorio: "Primera introducción a la Ciencia General de la Naturaleza" y lo fechó en 1811 (Pedersen, 1988 p. 1433 ss.). Queda claro a partir de las referencias del libro que se imprimió alrededor de 1816.

[43] Ørsted, 1809, p. 46. Se refería a las dos fuerzas fundamentales de la materia según Kant, pero dejando claro que ya no consideraba suficiente las ideas de Kant sobre estos temas. (Ørsted, 1807-08, "Mathematik", p. 3).

[44] Paradójicamente el astrónomo y adepto a las matemáticas, así como archienemigo de Ørsted, Thomas Bugge, criticó este manual por su contenido de "cálculo superior, tanto cálculo integral como diferencial". Ørsted empleaba el cálculo diferencial e integral en su tratamiento de los movimientos causados por una fuerza central, en referencia a la gravitación universal, la oscilación del péndulo, y algunas pocas cosas más (Ørsted, 1809, §92-§93, §104, §135). Bugge consideraba este uso "superfluo" porque se podía ilustrar las proporciones mediante "matemáticas básicas" en casi todos los casos, y lo consideraba "impropio" porque hacía que la filosofía natural resultara más incomprensible y difícil para la gente no familiarizada con el cálculo infinitesimal (Bugge, vol. 1, 1813, pp. 15-16).

[45] Ørsted, 1809, pp. 66 ss., 1811 (1998), p. 297.

[46] Ørsted, 1854, p. 7.

[47] Ørsted, 1809, p. 72.

Los experimentos mentales eran particularmente útiles en cuestiones en las que no era posible realizar experimentos "materiales". Por tanto, debían ser complementos o instrumentos provechosos en los casos de explicación incompleta o insuficiente de los fenómenos. La introducción de los experimentos mentales permite también a Ørsted hacer sitio a hipótesis teóricas:

> A los experimentos mentales también pertenecen las hipótesis en su aplicación correcta; porque uno intenta ver hasta dónde puede explicar un suceso natural o una serie de sucesos naturales a partir de cierta idea fundamental; esto se hace derivando de ella, hasta donde sea posible, todas sus consecuencias y comprobando si realmente se dan como tal en la experiencia. Tales experimentos mentales pertenecen absolutamente a la naturaleza de la ciencia[48].

Puesto que Kant habló de *"experimentos de la razón pura"* en filosofía, aparentemente Ørsted es el primero que habla literalmente sobre "experimentos mentales" en la ciencia como tal[49]. Probablemente incluso heredó el término de Kant, a quién frecuentemente se refiere en su manual de Mecánica. El elemento experimental en la formación de hipótesis se presenta como una variación de las hipótesis invocadas con vistas tanto a las consecuencias deductivas y su correspondencia con la realidad cuanto a la correspondencia lógica con el conjunto ya aceptado de leyes naturales y explicaciones teóricas. Por tanto, como la teoría en general, los experimentos mentales deberían ajustarse tanto empírica como teoréticamente; deberían formar un grupo coherente y completo de explicaciones teóricas.

Ørsted se unió a las voces críticas con la tendencia dominante a contemplar la mecánica como epistemológicamente equivalente a la geometría, o sea, como una ciencia puramente axiomática-deductiva, tendencia que ha sido denominada *Euclidismo*[50], al afirmar:

> Muchos de los mejores estudiantes de la filosofía natural [Naturlærens] han intentado en exceso imprimirle la forma de las matemáticas. O mejor, la de la geometría euclídea, por lo que ha llegado a ser considerada como matemáticas aplicadas. De este modo se despoja a la ciencia de su forma natural. El matemático trata de deducir todos sus teoremas a partir del menor número posible de verdades básicas simples. Todas las demás consideraciones se sacrifican al rigor de las pruebas[51].

La objeción de Ørsted no se dirige tanto a la estructura axiomático-deductiva como a la presentación de pruebas matemáticas rigurosas. Quería conservar la estructura deductiva, pero reemplazar las pruebas matemáticas por

---

[48] Ørsted, 1854, p. 7.

[49] Pulte, en prensa.

[50] Pulte, 2001, pp. 62-63, ver también Pulte, 1993, 2000.

[51] Ørsted, 1811 (1998), p. 296.

experimentos mentales y de ese modo preservar o reintroducir la "forma natural" en esa ciencia.

Otro aspecto de la forma más apropiada de la filosofía natural es presentar las cosas tal como existen, o mejor dicho, tal como llegan a existir, y por tanto, lo que debería acentuarse para ayudar a los estudiantes a comprender los fenómenos naturales son las propiedades activas de las cosas. Si las matemáticas pudieran hacerlo, valen para Ørsted, pero si no, tales pruebas matemáticas, en las que las actividades y efectos verdaderos quedan ocultos, como en la explicación por Laplace de la capilaridad antes mencionada, deberían eliminarse de la filosofía natural[52]. Ørsted estaba convencido de que era posible alcanzar dicha forma genética de presentación también en matemáticas:

> No es posible comprender la *existencia* de una cosa sin contemplar primero claramente su origen (*embryo*). Así pues, todo conocimiento es *genético*: las matemáticas podrían con facilidad avanzar *genéticamente* en todas partes[53].

Ya que, refiriéndose a la Mecánica, le parecía que *"la filosofía natural ha sido suficientemente aproximada a las matemáticas, probablemente incluso demasiado"* sugirió que *"es hora quizá de que las matemáticas se aproximen a la filosofía natural"*[54]. Por matemáticas Ørsted parece significar aquí geometría, que por entonces (1807-08) era para él intenso objeto de estudio[55].

6. Una geometría genética

Presumiblemente Ørsted tenía en mente la unificación, no sólo de la mecánica y la dinámica, sino también de la geometría y la filosofía natural en general. Esto implicaba asimismo la unificación de los métodos o formas de presentación. Pensaba conseguir la unificación de la mecánica y la dinámica de dos maneras: una, presentando la mecánica conceptualmente o según experimentos materiales y mentales; la otra, matematizando su propio sistema dinámico, aunque esta nunca llegó a realizarla. Mientras tanto intentó también cambiar la presentación de la geometría de modo que:

> todos los teoremas geométricos se presenten en una serie de experimentos mentales. De este modo el propio matemático alcanzará una percepción mucho más clara e inmediata de la fuente real de cada verdad y la filosofía

[52] Ørsted, 1831.

[53] Ørsted, 1807-08, "Mathematik," p. 7.

[54] Ørsted, 1811 (1998), p. 297.

[55] La autora y Henrik Kragh Sorensen están realizando actualmente un minucioso análisis de los manuscritos de Ørsted sobre geometría en dicho periodo.

> natural ganaría una fusión mucho mayor que nunca antes con las matemáticas[56].

Ørsted intentó extender su proyecto para la mecánica a la geometría, presentando a ésta genéticamente para hacerla *anschaulich*; en otras palabras, quiso *deseuclidizar* la geometría[57]. En 1807 escribió a Oehlenschläger:

> Lástima que ningún señor filósofo comprenda las matemáticas y es un grave fallo, en especial para los filósofos de la naturaleza. Desde que nos vimos he profundizado en el estudio de las matemáticas y he encontrado en ella cosas divinas, especialmente en las matemáticas superiores. Dejemos que sólo ellos las menosprecien, quienes tienen que comprenderlas pero no lo hacen. He encontrado una forma completamente nueva de tratar la geometría, mediante la cual se unifica mucho más íntimamente con la filosofía natural y además resulta mucho más fácil de comprender. Se transforma totalmente en una doctrina del movimiento[58].

Ørsted no sólo estudió "matemáticas superiores" –cálculo diferencial e integral– para escribir su manual de mecánica; a la vez intentó seriamente cambiar la presentación de la geometría, porque pensaba que haciéndola proceder genéticamente sería una candidata para describir la naturaleza dinámica, orgánica y genética proclamada en la *Natürphilosophie*. Así que la "doctrina del movimiento" citada no se refiere a la mecánica, sino a la introducción del movimiento en la geometría con el propósito de darle una forma genética. Esta era la forma apropiada para aplicarla en la enseñanza.

> [...] dejando gradualmente que el tema aparezca ante los ojos del discípulo convirtiéndolo en un testigo, por así decir, de la creación de la idea [...] Recuerdo aún con mucha nitidez la alegría que embargaba todo mi espíritu cuando vi por primera vez un teorema geométrico demostrado[59].

Tenemos un simple ejemplo de este enfoque cuando Ørsted imagina una línea creada por un punto en movimiento: *"o sea, que se mueve de una parte a otra del espacio, con continuidad, y consideramos la línea generada a partir de los puntos"*[60]. De modo similar un ángulo aparecería cuando una línea, que yace sobre otra línea, comienza a moverse alrededor de uno de sus extremos; un círculo, o una *línea circular*, como la llamaba Ørsted, salía del extremo de una línea al girar sobre su otro extremo[61].

Ørsted se proponía someter sus ideas geométricas *"al juicio de los exper -*

---

[56] Ørsted, 1811 (1998), p. 297.
[57] Ørsted, 1807-08, "Geometrie," p. 9.
[58] Ørsted a Oehlenschläger, 1807, en Ørsted, M., vol. 1, pp. 232-233.
[59] Ørsted, 1807-08, "Geometrie," p. 16, ver también pp. 6-8.
[60] Ørsted, 1807-08, "Mathematik," p. 4, "Geometrie," pp. 10-15.
[61] *Ibid*., "Mathematik," pp. 7-8.

tos", aunque si finalmente eso ocurrió no está claro. Puede haber estado en la agenda del *"gran té matemático"* que aparentemente tuvo lugar en 1812, con la presencia entre otros de Christopher Hansteen y los matemáticos daneses August Kreidahl, R.G. F. Thune y uno de los Krumm[62]. En todo caso, los "expertos" pueden haberlas revisado de modo desfavorable y esa sería la razón de que Ørsted liquidara ese proyecto antes de publicarlo. Hansteen, por ejemplo, conocía bien las ideas de Ørsted sobre la introducción del "movimiento" en geometría y producir, por ejemplo, el paralelogramo mediante el movimiento de una línea recta con un ángulo constante respecto a otra línea. Hansteen adoptó un enfoque semejante en un libro de texto sobre geometría de 1835[63]. El astrónomo danés, Thomas Bugge, comentó críticamente el nuevo procedimiento geométrico de Ørsted: *"Es cierto que se escucha a algunas cabezas jóvenes y calenturientas hablar sobre nuevos métodos, nuevas perspectivas, nuevos enfoques sobre las matemáticas,"* pero Bugge rechazó sin más tales perspectivas[64]. Según él, la geometría siempre seguiría siendo euclídea[65].

Además de buscar la unificación de las ciencias, incluida la geometría, mediante la introducción de los elementos ya mencionados en la geometría y en su presentación, el proyecto de geometría de Ørsted tenía un propósito adicional. A lo largo de su vida Ørsted se debatió con las implicaciones de su visión dinámica del mundo, a la vez que encontraba una confirmación de ella en el sistema atomista. Trabajó experimentalmente sobre el tema y sus esfuerzos sobre la compresión de gases y líquidos, por ejemplo, deben verse a la luz de ese trasfondo[66]. Mientras tanto intentaba encontrar una confirmación mediante pruebas matemáticas, o mejor, geométricas, lo cual probablemente le llevó a los *Fundamentos Metafísicos* de Kant. Mediante argumentos geométricos Ørsted intentaba hallar confirmación de la posibilidad de la divisibilidad infinita de los cuerpos. Según él *"[...] la parte infinitesimal de algo es [...] algo de un tipo diferente"*[67]. Esto se ejemplifica en el hecho de que la parte infinitesimal de un cubo sería un cuadrado. Además *"[...] cuando se divide un cuerpo en infinitas partes éstas no pueden ser cuerpos sino lo que constituye los cuerpos, las acciones de Schelling"*[68]. Por tanto *"[...] se ve por lo que he presentado aquí que la reflexión matemática conduce al sistema dinámico"*[69]. ¡Aparentemente Ørsted estaba buscando

[62] Hansteen a Ørsted, 1814, en Harding, 1920, vol. 1, p 106.

[63] Piene, 1937, pp. 63-65, correspondencia Ørsted-Hansteen, 1836, en Harding 1920, vol. 1, pp. 164-166.

[64] Hansteen se había enterado de la observación de Bugge. *"Colijo que es también a tí a quien se refiere con lo de jóvenes cabezas calenturientas con nuevos enfoques sobre una temática, etc. A ese viejo bribón venenoso le gustaría darte un empellón si pudiera"* (Hansteen a Ørsted, 1815).

[65] Bugge, 1814, vol. 2, p. vi.

[66] Kundsen, en prensa.

[67] Ørsted, 1807-08, "Mathematik," p. 1.

[68] *ibid*.,p. 3, ver también *ibid*., "Die Geometrie," p. 8.

[69] Ørsted, 1807-08, "Mathematik," p. 4.

una confirmación decisiva del sistema dinámico mediante una prueba matemática o geométrica! Lo cual es algo peculiar ya que él había puesto de relieve el peligro de tomar las matemáticas como punto de partida y que ello podía llevar a una concepción errónea de la naturaleza.

Finalmente, también estaba claro que la geometría era parte de la "ciencia de la belleza"[det Skjønnes Naturlære] de Ørsted, porque las leyes que producen formas matemáticas bellas eran aquellas más fácilmente concebibles, y por ende, las más *anschaulich*. Aunque Ørsted sostuvo que había una gran belleza en la práctica experimental reconoció claramente la belleza de las figuras geométricas[70]. La simetría implicaba belleza, las líneas y figuras expresaban ideas. Esta sensación no era generada por el pensamiento mismo, sino por su combinación con la intuición inmediata [umiddelbare Opfatning], esto es, *Anschauung*. Por el contrario, lo feo y lo deforme se debía a la falta de percepción intuitiva[71]. La idea de una cosa era la unidad del pensamiento en ella expresada, concebida por la razón, pero como *Anschauung* del espíritu. La belleza era, pues, la idea expresada en la cosa en cuanto se presentaba ante nuestra *Anschauung*. Simétricamente la armonía interna de la idea se presentaba ante nosotros de modo inmediato[72].

7. Matemáticas de la química y números químicos

A principios del siglo XIX no se puede hablar de matematización de la química en términos de un modelo matemático general. Sin embargo, la cuantificación química era cada vez más importante, especialmente después de los trabajos cuantitativos de Lavoisier en relación con la balanza y su énfasis en el principio de conservación de la masa. Otro detalle cuantitativo fue el descubrimiento de las leyes de las proporciones químicas. Guerlac calificó a estas leyes y a la noción de pesos elementales como *"los conceptos cuantitativos más fundamentales de la química"*[73].

No obstante, la fuerte influencia del programa de la *Natürphilosophie* en la ciencia dinámica de Ørsted derivó en una visión cualitativa de los fenómenos químicos que ponía más énfasis en la reactividad que en la composición de las sustancias químicas. Mientras elaboraba su sistema dinámico durante el periodo 1804-14, Ørsted llegó a pensar que ciertos fenómenos químicos no podrían ser nunca explicados cuantitativamente[74]. En particular, Ørsted pensó que el contenido de "electricidad" en el oxígeno, los áci-

[70] O, 1843 (1851), p. 155.
[71] Lynning, 2001, p. 23.
[72] Ørsted, 1843 (1851).
[73] Guerlac, 1961.
[74] Jacobsen, 2000, pp. 138 ss.

dos y los álcalis, podían afectar las determinaciones cuantitativas de estas sustancias en maneras desconocidas. Así:

> El gas oxígeno debe irrefutablemente una parte esencial de sus propiedades a la electricidad, de manera que debemos suponer que tiene una carga eléctrica [...] Si la electricidad juega un importante papel en el oxígeno, debe admitirse que un ligero cambio en su carga (bound electricity) puede cambiar suficientemente la fuerza con la que actúa, de forma que todas nuestras medidas cuantitativas del oxígeno sean inútiles[75].

Esta visión se ve también reflejada en sus lecciones. En 1810-11, por ejemplo, dio un curso de "Química y cambios internos que no pueden ser explicados por el peso"[76]. Aunque no podemos decir con exactitud el contenido de estas lecciones, el título implica ya claramente un rechazo del principio cuantitativo de la conservación de la masa, que Lavoisier había sabido usar con tanto éxito en química. Probablemente debamos recurrir a Schelling (y quizás a Ritter) para seguir la pista a esta idea sobre el papel de la electricidad en las sustancias químicas, incluso si ello no nos ayuda mucho a entenderlo. Según Schelling:

> *Toda cualidad es electricidad,* y recíprocamente, *la electricidad de un cuerpo es también su cualidad,* (porque toda diferencia de cualidad es similar a una diferencia de electricidad, y toda cualidad [química] es reducible a electricidad)[77].

Schelling sostenía que "la atracción (química) *entre las partes* debe ser llamada *cualitativa*, porque parece depender de las cualidades de los cuerpos". Era contraria a la fuerza de atracción universal que "es siempre proporcional a la *cantidad* de materia" y por tanto cuantitativa[78]. Schelling definía *cualidad* como *acción mediante la cual no se obtiene masa como producto*, lo cual también es contrario a la fuerza de atracción universal que podía "ser medida por la relación entre la cantidad de materia y su velocidad"[79]. Probablemente debido a que la teoría química no estaba aún madura para una completa descripción matemática, Schelling sugería además que:

> No se puede tener la esperanza de penetrar en esta acción para determinar la cantidad (el grado) de dicha acción mediante fórmulas matemáticas, por ejemplo, [...] Nuestro conocimiento no puede lograr eso sobre el otro aspecto de los productos, y para la cantidad de acción no hay otra expresión que el producto mismo (Schelling, 1799 (1965), p. 24).

---

75 Ørsted, 1805 (1998), p. 176.
76 Engelstoft, 1810.
77 Schelling, 1799 (1867), p. 205.
78 Schelling, 1797 (1988), p. 149.
79 Schelling, 1799 (1965), p. 24, 1797 (1988), p. 266.

Con el tiempo, Ørsted se "recuperó" de esta peculiar idea, aunque aún se adhiriese al concepto de acción. Al principio, en 1811, cuando supo de la ley empírica de proporciones múltiples de Berzelius, Ørsted comprendió y reconoció su importancia como un primer paso hacia la matematización de la química, que llamó *matemáticas de la química*[80]. Parece que quedó muy impresionado por la habilidad de Berzelius para hacer cálculos precisos y, aparentemente, correctas predicciones de posibles combinaciones químicas mediante esas leyes[81]. Sin embargo, Ørsted no podía aceptar la visión del mundo atomista usualmente asociada con las leyes. ¿Pues cómo podían ser compatibles las leyes de combinación de las proporciones con el sistema dinámico de Ørsted en el que la materia consistía en fuerza? O más bien, ¿cómo podía ser compatible la teoría de la materia de Ørsted con estas leyes empíricas de la química que sugerían relaciones básicas entre unidades específicas de materia? Esto era un desafío para Ørsted. De hecho, mantuvo que la materia consistía en fuerza y no en átomos indivisibles y físicos, aunque aceptó la existencia de ciertas pequeñas entidades, paquetes-fuerza o paquetes de actividad, a los que llamó *constituyentes fundamentales*. De esta manera, alteró los fundamentos metafísicos de su sistema químico y aceptó que la materia fuese discreta, porque quería implementar las *matemáticas de la química* en su propio sistema dinámico. Aunque continuaba declarándose no atomista, ya que mantenía la indivisibilidad de la materia.

También reconoció la importancia de los pesos atómicos introducidos por John Dalton, aunque no creyese que dichos números correspondiesen a lo que su nombre indicaba, esto es, *pesos atómicos* como tales. Más bien sugería que de alguna forma ellos revelaban relaciones numéricas entre las fuerzas químicas de las sustancias y los llamó *números químicos*[82]. Así, Ørsted, interpretaba estos números conforme a su propia visión dinámica.

8. El fracaso de la matematización del sistema dinámico

Una de las características del sistema *químico-dinámico* de Ørsted era la de estar fundado en pocos primeros principios, que Ørsted pretendía haber deducido empíricamente del inmenso mar de datos químicos disponibles[83], principios a los cuales cualquier fenómeno químico podría referirse.

Se pensaba que podían aplicarse a un amplio rango de fenómenos dinámicos, fuesen de naturaleza ácida, alcalinos, eléctricos o magnéticos, basados en analogías entre fenómenos que se creía que constituían una unidad.

---

[80] Jacobsen, 2000, p. 213 ss.
[81] *ibid,* pp. 142 ss., p. 217.
[82] Jacobsen, 2000, p. 180.
[83] Ørsted, 1812 (1998), p. 311.

Así, se pensaba el marco, la estructura deductiva del sistema dinámico de manera similar a la de la mecánica de Newton, que Ørsted admiraba por la misma razón. Como todos, Ørsted aceptaba la leyenda sobre la mecánica newtoniana y sus principios, capaces de resolver todos los problemas dinámicos[84]. Más aun, a pesar de que el sistema dinámico de Ørsted era ajeno a cualquier representación o reflexión matemática, con frecuencia él expresaba la esperanza de que su sistema adquiriría una descripción matemática similar a la de mecánica de Newton:

> A través de la reducción de todos los tipos de movimiento a sus leyes fundamentales la mecánica alcanza tal perfección que abarca todo movimiento en el universo, contemplado éste como un gran problema mecánico, y que por tanto permite calcular un sinnúmero de problemas sin esperar a evidencia empírica. A través de la reducción de todos los efectos químicos a las fuerzas primigenias de las que provienen, podemos intentar preparar a la química para una perfección semejante. Seremos entonces capaces de deducir todas las propiedades químicas de las fuerzas primeras y de sus leyes, y como a cualquier sustancia, directa o indirectamente, se la reconoce y distingue de las otras únicamente por esas propiedades, seremos entonces capaces de calcular todas las sustancias posibles a partir de ellas, al igual que todos los movimientos posibles pueden ser calculados a partir de las leyes de la mecánica. La química será entonces una teoría de fuerzas a la que estará íntimamente ligada las matemáticas, que determinará las proporciones, direcciones y modos de acción de esas fuerzas, y una nueva rama de las matemáticas evolucionará al igual que el cálculo de fluxiones lo hizo en relación con la teoría del movimiento[85].

Aquí, Ørsted previó que el nuevo campo de la química dinámica y sus fenómenos relacionados se convertiría pronto en un campo abonado para la matemática aplicada y que debería inventarse una nueva matemática para dar cuenta de los fenómenos en cuestión.

Sin embargo, cuando esa nueva y fructífera herramienta matemática, las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, fue empleada, por ejemplo, por Joseph Fourier en la ecuación del calor[86], Ørsted no se enteró o no mostró ningún interés por esa ecuación y por el tipo de descripción que proporcionaba. Y esto a pesar de que Henrik Gerner von Schmidten, protegido de Ørsted y posteriormente profesor de matemáticas en la Universidad de Copenhague, le informase epistolarmente de la ecuación de Fourier y de la conmoción que había suscitado en París en 1822[87] Ørsted se encontró con Fourier en varias ocasiones a lo largo de 1823, pero no llegaron nunca a discutir sobre la ecuación del calor; sólo hablaron de electromagnetismo[88].

---

[84] Pulte, 2001, p. 64.

[85] Ørsted, 1812 (1998), p. 311. Ver también (Ørsted. 1811(1998), p. 296).

[86] En 1807, pero no conocido por el público hasta 1822, ver Dhombres en este volumen, Herivel, 1975, p. 217.

[87] Ørsted, M., 1870, vol. 2, p. 23.

[88] *Ibid*, pp. 65-66.

El formalismo matemático de las fuerzas químico-eléctricas de Ørsted no se realizó nunca, aunque von Schmidten pensara en ello. Von Schmidten estaba muy interesado en el tema de la aplicación de las matemáticas a las Ciencias y durante su estancia en París en 1820-24, empleó algún tiempo en investigar cuáles de las ramas de la filosofía natural eran más apropiadas para adquirir un fundamento matemático[89]. Parece que él y Ørsted discutieron la posibilidad de matematización del sistema dinámico de Ørsted y en 1820 escribió a éste sus conclusiones sobre el tema:

> Pienso que si se quiere dar a la acción química una teoría matemática, que después de todo es el necesario y último paso para la perfección en la ciencia, se debe asumir la llamada teoría atomista, pero sólo en la manera en que las diferenciales son consideradas en el cálculo diferencial, esto es, sin atribuirles ningún valor fijo y considerando únicamente sus interrelaciones[90].

y de nuevo en marzo de 1822:

> [...] sin duda es más fácil calcular matemáticamente el movimiento de las moléculas que las oscilaciones de un fluido (Fluidum), o lo que es más apropiado y filosófico, pero desgraciadamente más difícil, la teoría que usted propone[91].

9. Observaciones finales y conclusiones

El estilo y los trabajos científicos de Ørsted fueron, en general, rápidamente aceptados en Alemania –y no sólo entre los románticos– donde no se consideraba esencial la vía matemática para el estudio de la filosofía natural, como Caneva ha documentado bien[92]. A comienzos del siglo XIX existían en Alemania serias reservas sobre la aplicación de las matemáticas a la filosofía natural. Según Caneva, era comúnmente aceptado que la comprensión de la "física" real era esencialmente cualitativa y que la ciencia laplaciana con frecuencia dificultaba el conocimiento de los verdaderos principios naturales. El éxito de las teorías se medía por su contenido "físico" y consiguientemente los experimentos eran esencialmente cualitativos porque ¡obviamente los datos numéricos eran de poco uso en una teoría no-cuantitativa![93]

---

[89] Von Schmidten a Ørsted, Septiembre 1820, Ørsted, M., 1870, pp.9-10. Por lo demás, von Schmidten se inspiró claramente en la visión romántica del mundo de Ørsted y quiso integrar las matemáticas en él (ver Schmidten, 1827).

[90] Von Schmidten a Ørsted, Septiembre 1820, *ibid*., pp. 9-10.

[91] Von Schmidten a Ørsted, Marzo 1822, *ibid*., pp. 9-10.

[92] Caneva, 1975, p. 27.

[93] Caneva, 1975.

Claramente, Ørsted debe ser contemplado no sólo en el trasfondo de esta tradición, sino también en la del Romanticismo y la *Natürphilosophie,* en las que las recién citadas características tenían gran importancia. No obstante, cuando Ørsted desestimaba la descripción matemática, no era simplemente porque en general la considerase deficiente en relación con la *Anschauung* o que no fuese *nunca* capaz de aprehender la verdadera estructura física de la realidad. Sucedía con frecuencia, según Ørsted, que la representación matemática no respetaba la verdadera naturaleza de la filosofía natural, como por ejemplo, en el caso del electromagnetismo de Ampère. Aún así, Ørsted demandaba la creación de una nueva matemática que sirviese de modelo para el sistema dinámico. El problema con las técnicas matemáticas existentes en ese momento era que servían para la visión atomista del mundo y no para la dinámica; las matemáticas no facilitaban las interpretaciones en términos de fuerzas activas, como señalaba von Schmidten en sus cartas desde París, aunque sí permitía asociaciones con la filosofía natural atomista. Esta era una parte importante de los motivos de la reserva que Ørsted tenía hacia la representación matemática.

¿Pero cómo debería ser una descripción matemática del sistema dinámico? En su relación con las matemáticas, Ørsted, por influencia de la *Natürphilosophie*, exigía unas matemáticas –que deberían aún inventarse– que diesen cuenta de lo orgánico, que interpretaran la naturaleza dinámicamente en contraste con la "muerta" naturaleza atomista de la física de Laplace. Las matemáticas que se emplearan en el sistema dinámico, deberían tener ellas mismas un carácter dinámico. En otras palabras, según Ørsted, reflejar una naturaleza genética exigía mostrar una génesis interna. El camino era introducir el movimiento en la Geometría, por ejemplo.

Esto también nos ayuda a entender que con respecto a la descripción matemática, la ambiciosa investigación y la agenda de enseñanza de Ørsted, así como su proyecto de unificación de las ciencias, no implicaran lo mismo para la química o el sistema dinámico que para el estudio y enseñanza de la mecánica. En química, el objetivo era dotarla de una teoría deductiva, racional, esto es, una teoría basada en pocos principios fundamentales, a partir de los cuales el resto de la ciencia pudiese ser deducida y todos los fenómenos químicos descritos. En parte, las razones de la clara naturaleza cualitativa de los argumentos de Ørsted y de sus experimentos con relación al sistema dinámico se deben, probablemente, a que carecía de sentido el realizar experimentos cuantitativos en una teoría puramente cualitativa. Aunque el hecho de que Ørsted no consiguiese una descripción matemática satisfactoria no excluía el que se consiguiese una vez que la teoría madurase y que otros útiles matemáticos se desarrollasen. La Química adquirió un cierto status cuantitativo en esos momentos, y aunque Ørsted claramente lo reconociese, tuvo dificultad para desarrollar este aspecto en su propia teoría *químico-dinámica*[94].

[94] Jacobsen, 2000.

Por otra parte, Ørsted pensaba que en la mecánica, la parte matemática de la filosofía natural, era posible evitar la rigidez de las demostraciones sintéticas euclidianas y presentarla conceptualmente seguida de "experimentos mentales" y "experimentos materiales". Además, quería que la ya existente descripción matemática de la mecánica fuese cierta de "forma natural" para la ciencia, esto es, guiar la *Anschauung* en forma de fuerzas activas. El siguiente paso en el proyecto de unificación era hacer algo similar en geometría. Ørsted sugería una nueva geometría expuesta genéticamente de acuerdo con su idea de presentar las cosas en su embrión y porque así, esta rama de la matemática procuraría *Anschaulichkeit*. En la práctica esto significaba introducir el movimiento en la geometría y una presentación con experimentos mentales.

En cuanto a la necesidad de un nuevo tipo de matemáticas para la descripción de la luz, del calor y otros fenómenos dinámicos, Ørsted tenía razón, pero nunca llegó a percibir su emergencia, alrededor de 1820, en términos de ecuaciones diferenciales con derivadas parciales, que comenzó con la ecuación del calor de Fourier.

Agradecimientos

Estoy profundamente en deuda con Henrik Kragh Sørensen por sus comentarios sobre las ideas de este artículo. Quiero agradecer también a Friedrich Steinle y Ole Knudsen por la revisión crítica de una versión anterior. Esta investigación y la trascripción de los manuscritos geométricos de Ørsted realizada por Kate Larsen, han sido posibles gracias a la colaboración del Proyecto de Historia de la Ciencia Danesa.

Referencias bibliográficas

Ampère, André-Marie, y Babinet, Jacques, *Darstellung der neuen Entdeckungen über die Electricität und den Magnetismus von Oerstedt, Arago, Ampère, H. Davy, Biot, Erman, Schweigger, de la Rive u.s.w.*, Leopold Voss, Leipzig 1822.

Billeskov Jansen, F. J., "Hans Christian Ørsted," en Billeskov Jansen, F. J., Snorrason, Egill, and Lauritz-Jensen, Chr., eds., *Hans Christian Ørsted*, IFV-energi i/s (Isefjordværket) 1987, pp. 7–54.

Bugge, Thomas, *De første Grunde til den rene eller abstrakte Mathematik*, 2ª ed., 3 vols., Kiøbenhavn: Simon Poulsen, 1813–14.

Caneva, Kenneth L., *Conceptual and Generational Change in German Physics: the Case of Electricity, 1800–1846*, Dissertation, Princeton University, Ann Arbor & University Microfilms International, London 1975.

Caneva, Kenneth L., *Robert Mayer and the Conservation of Energy*, Princeton University Press, Princeton 1993.

Caneva, Kenneth L., "Physics and *Natürphilosophie*: A reconnaissance," *History of Science*, 35. (1997).

Dhombres, Jean, "Science is young, science is a positive but nostalgic adventure among the ruins of the old worlds. Romantic motivation for some European scientists at the beginning of the nineteenth century".

Gower, Barry, "Speculation in Physics: The History and Practice of *aturphilosop - hie*," *Stud. Hist. Phil. Sci.*, 3(4), (1973), 301–56.

Guerlac, Henry, "Quantification in Chemistry," *Isis*, 52, (1961),194–214.

Harding, M. C., ed., *Correspondance de H. C. Örsted avec divers Savants*, 2 vols., Aschehoug, Copenhagen 1920.

Heilbron, John L., *Weighing Imponderables and Other Quantitative Science Around 1800, Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, Supplemento al Vol. 24, Part 1, University of California Press, Berkeley 1993.

En este volumen: "Physical scientists at Göttingen in the 1790s,"

Herivel, John, *Joseph Fourier. The Man and the Physicist*, Clarendon Press, Oxford 1975.

Jacobsen, Anja Skaar, *Between* Natürphilosophie *and Tradition: Hans Christian Ørsted's Dynamical Chemistry*, PhD thesis, University of Aarhus, 2000.

Jelved, Karen, Jackson, Andrew D., and Knudsen, Ole, eds. *Selected Scientific Works of Hans Christian Ørsted*, Princeton University Press, Princeton 1998.

Kant, Immanuel, *Metaphysical Foundations of Natural Science*, Ellington, James W., ed., *Philosophy of Material Nature*, Hackett Publising Company, Indianapolis 1786(1985). Originalmente publicado en alemán.

Knudsen, Ole, "Atomism versus dynamism: Ørsted's work on the compressibility of water and gases," manuscrito en preparación.

Lynning, Kristine, *Lys og Liv. En Studie af H. C. Ørsteds teori om det Skønne med Lyset som ledetråd og gennemgående eksempel*, Bachelor Thesis, History of Science Department, University of Aarhus, 2001.

Meyer, Kirstine, "H.C. Ørsted's Varied Activities in the Danish Community," en (Meyer, ed., 1920, vol. III, pp. ix–clxvi), 1920.

Meyer, Kirstine, "The Scientific Life and Works of H. C. Ørsted," en (Meyer, ed., 1920, vol. I, pp. xi–clxvi), 1920a.

Meyer, Kirstine, ed., *H. C. Ørsted: Scientific Papers*, 3 vols., Copenhagen: Høst & Søn., 1920.

Nielsen, Keld, "Another kind of light: The work of T. J. Seebeck and his collaboration with Goethe. Part I," *HSPBS*, 20 (1989) pp. 107–178.

Ørsted, Hans Christian, "[Review of] De første Grunde af den rene Mathematik.—Forsøg til en Lærebog for Skoler, ved Hans Christian Linderup, Overlærer i Mathematiken etc. ved Frue lærde Skole. Første Deel. Kiøbenhavn, 1799. Forlagt af Johan Frederik Schulz," *Kjøbenhavnske lærde Efterretninger*, Nº 21, (1799) pp. 334–336, Nº 22, pp. 337–344.

Ørsted, Hans Christian , "Recension over Saxtorphs Electricitetslære," en (Meyer, ed., 1920, vol. III, pp. 79–96). Originalmente publicado en *Kjøbenhavnske lærde Efterretninger*, 1805 Nº 26, pp. 401–15, Nº 27, pp. 419–425 y 1806, Nº 1, 14–16.

Ørsted, Hans Christian, "Criticism of the So-Called Eudiometry with regard to Medicine," en (Jelved *et al*, 1998, pp. 170–179). Originalmente publicado en danés en *Nyt Bibliothek for Physik, Medicin og Oeconomie*, 8 (1805) pp. 52–79. También se puede encontrar en alemán en *Neues allgemeine Journal der Chemie*, 5: pp. 365–92, (Meyer, ed., 1920, vol. I, pp. 248–61).

Ørsted, Hans Christian, manuscritos "Geometrie," "Mathematik," y "Die Geometrie," en el conjunto *Geometri*, Ørsted 28 Fol., The Royal Library, Copenhagen 1807–1808.

Ørsted, Hans Christian: *Videnskaben om Naturens almindelige Love I*, Brummer, Kjøbenhavn 1809.

Ørsted, Hans Christian, *First Introduction to General Physics*, en (Jelved *et al*, 1998, pp. 282–309). Originalmente publicado en danés (Copenhagen 1811, impreso por Schulz). Vuelto a publicar (Meyer, ed., 1920, vol. III, pp. 151–90). Las 19 primeras secciones del tratado se encuentran en *Journal für Chemie und Physik*, 36 de Schweigger (1822), pp. 458–88.

Ørsted, Hans Christian, "View of the Chemical Laws of Nature Obtained Through Recent Discoveries," en (Jelved *et al*, 1998, pp. 310–392). Originalmente publicado en alemán *Ansicht der chemischen Naturgesetze durch der neueren Ent - deckungen gewonnen* (Realschulbuchhandlung, Berlin 1812). Vuelto a publicar en (Meyer, ed., 1920, vol. II, pp. 35–169).

Ørsted, Hans Christian, *Videnskaben om Naturens almindelige Love I* [?], sin portada, 1816.

Ørsted, Hans Christian, "Om Haarrørene. Om et nyt æsk i peberen. Beretning om den anden undersøgelsesrejse til Bornholm," *Videnskabernes Selskabs Oversig - ter*, (1819–20) pp. 12–16. (Meyer, ed., 1920, vol. II, pp. 444–446).

Ørsted, Hans Christian, "Note on the Discovery of Electromagnetism," (Jelved *et al*, 1998, pp. 425–429). Originalmente publicado en danés *Videnskabernes Sels - kabs Oversigter*, 1820-21, pp. 12–21 (Meyer, ed., 1920, vol. II, pp. 447–53).

Ørsted, Hans Christian, "Thermo-Electricity," (Jelved *et al*, 1998, pp. 542–580). Originalmente publicado en *The Edinburgh Encyclopædia*, Brewster, David, ed., LL.D., vol. 18, Edinburgh 1830, pp. 573–89. (Meyer, ed., 1920, vol. II, pp. 351–98).

Ørsted, Hans Christian, "[Ü]ber die Verschiedenheit des physicalischen Vortrages von dem mathematischen, auch wenn beyde dieselben Wahrheiten darstellen," gehalten in der öffentlichen Sitzung bei der 9. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg am 20. September 1830, *Isis von Oken*, 24 (8), August, 1831, cols. 854–857. No parece ser el texto exacto del discurso, pero es una paráfrasis fiel del mismo.

Ørsted, Hans Christian, "Over Jerichaus Barometer," *Tidsskrift for litteratur og kri - tik*, 2 (1839) pp. 55–61. (Meyer, ed., 1920, vol. II, pp. 367–71).

Ørsted, Hans Christian, "To Capitler af det Skjønnes Naturlære," en *Samlede og efterladte Skrifter*, vol. 3, 1843. Høst, Kjøbenhavn (1851) pp. 155–206.

Ørsted, Hans Christian, *Fædrelandet*, Nº 180 (1847) cols. 1435–1439.

Ørsted, Hans Christian, "Strøtanker," in *Samlede og efterladte Skrifter*, vol. 9, Høst, Kjøbenhavn 1852, pp. 103–105.

Ørsted, Hans Christian, *Naturlærens mechaniske Deel*, 2ª ed., C. Holten, ed., Reitzel, Kjøbenhavn 1854.

Ørsted, Mathilde, ed., *Breve fra og til Hans Christian Ørsted*, 2 vols., Lind, Kjøbenhavn 1870.

Pedersen, Olaf, "Det længere perspektiv," en Billeskov Jansen, F. J., Snorrason, Egill, y Lauritz-Jensen, Chr., eds., *Hans Christian Ørsted*, IFV-energi i/s (Isefjordværket), 1987, pp. 142–166.

Pedersen, Olaf, "Newton versus Ørsted: The Delayed Introduction of Newtonian Physics into Denmark," en Coyne, G. V., Heller, S. J. M., y _yci_ski, eds.: *New -*

ton and the New Direction in Science, Actas del Congreso de Cracovia, May 25–28 1987, Specola Vaticana, 1988.

Piene, Kay, "Matematikkens stilling i den høiere skole i Norge efter 1800" *Norsk Matematisk Tidsskrift*, 19 (1937), pp. 52–68.

Pulte, Helmut, "Gedankenexperimente in der neueren Wissenschaftstheorie: Über Ihre Funktion und Ihren Gebrauch in Hinblick auf Erfahrungswissenschaftliche Theorien," Próxima aparición en *Journal for General Philosophy of Science/Zeitschrift für allgemeine Wissenschafttheorie*.

Pulte, Helmut, "Order of Nature and Orders of Science. On the Mathematical Philosophy of Nature and its Changing Concepts of Science from Newton and Euler to Lagrange and Kant," en W. Lefevre, ed., *Between Leibniz, Newton, and Kant*, Kluwer Academic Publishers, the Netherlands 2001, pp. 61–92.

Pulte, Helmut, "Beyond the Edge of Certainty: Reflections on the Rise of Physical Conventionalism," *Philosophia Scientiae*, 4(1) (2000) pp. 47–68.

Pulte, Helmut, "Zum Niedergang des Euklidianismus in der Mechanik des 19. Jahrhunderts," *XVI. Deutscher Kongress für Philosophie. Neue Realitäten Herausforderung der Pilosophie*, Allgemeine Geschellschaft für Philosophie in Deutschland, Berlin 1993, pp. 833–40.

Schelling, Friedrich Wilhelm Joseph von, *Ideas for a Philosophy of Nature*, Trad. Errol E. Harris y Peter Heath, Cambridge University Press, Cambridge 1988 (=1797/1803).

Schelling, Friedrich Wilhelm Joseph von, "Introduction to the Outlines of a System of Natural Philosophy," *The Journal of Speculative Philosophy*, 1(4) (1867), pp. 193–220. Tr. by T. Davidson. Originalmente publicado en alemán en 1799: *Einleitung zu dem Entwurf eines Systems des Natürphilosophie. Oder über den Begriff der Speculativen Physik und die innere Organisation eines Systems dieser Wissenschaft*, en Schröter, M., ed., *Schelling's Werke*, 2ª ed., vol. 2, Beck, München 1965, pp. 269–326.

Schelling, Friedrich Wilhelm Joseph von, "Erster Entwurf eines Systems des Natürphilosophie," en Schröter, M., ed., *Schellings Werke*, 2ª ed., vol. 2, Beck, München 1965 (=1799), pp. 1–268.

Schmidten, Henrik Gerner von, *Kort Fremstilling af Mathematikens Væsen og Forhold til andre Videnskaber*, Schultz, Kjøbenhavn 1827.

Stauffer, R. C., "Speculation and Experiment in the Background of Oersted's Discovery of Electromagnetism," *ISIS*, 48, (1957), pp. 33–50.

Toftlund Nielsen, Hans, "H. C. Ørsteds "Chemie"," *Dansk Kemi*, 81(3) (2000), pp. 27–30.

Williams, L. Pearce, "Kant, *Natürphilosophie* and Scientific Method," en *Foundations of Scientific Method: The Nineteenth Century*, Giere, Ronald N., y Westfall, Richard S., eds., Indiana University Press, Bloomington and London 1973.

SAMUEL TAYLOR COLERIDGE: VIAJE POR IGNOTOS MARES

Trevor H. Levere
Universidad de Toronto

El personaje romántico Samuel Taylor Coleridge fue muchas cosas, además de ser poeta: ensayista, conferenciante, filósofo, metacientífico y estudioso de las ciencias teóricas, crítico literario, crítico social, joven reformador radical y libertario que abandonó la universidad, teólogo, psicoanalista, columnista, hipocondríaco, enfermizo, por breve tiempo funcionario menor y, por tiempo aún más breve, dragón incompetente en la milicia. Tal inventario sobre la actividad de Coleridge no es en absoluto exhaustivo, pero además omite la actividad que podría justificar que habláramos o escribiéramos sobre él como explorador o viajero. Coleridge no fue un viajero, aunque el año de su nacimiento (1772) estuvo marcado por el comienzo de la circunnavegación del globo, en latitudes muy meridionales, por el capitán Cook, que duró tres años, y durante los cuales fue descubierta la planicie helada entre los grados 60 y 70 de latitud sur. Coleridge, hijo menor de un clérigo rural y su esposa, amaba y respetaba su país natal. Fue a Alemania como estudiante de anatomía comparada y filosofía alemana durante algo menos de un curso académico; también fue a Malta a los treinta y pocos años, en un intento de recuperar su salud, y volvió vía Sicilia y Roma; unos veinte años después, hizo un viaje de seis semanas y media a los Países Bajos y el Rhin. Ninguno de estos viajes fueron de exploración y, aparte de ellos, nunca abandonó la Islas Británicas.

Los organizadores de este simposio me invitaron a contribuir a la sección de viajes, y yo ofrecí esta ponencia sobre Coleridge sabiendo que no fue un explorador geográfico. Sin embargo, sí que pertenece a una sesión sobre Romanticismo y viajes, e incluso más a ésta sobre "El Mundo Humano

como Escenario". Coleridge fue un explorador de la naturaleza no sólo a través de los escritos de naturalistas y filósofos de la naturaleza[1], sino también cuando la encontraba en las modestas montañas y prados de Inglaterra, Escocia y Gales, cuando la hallaba en los libros de viajes, cuando la representaba en su poesía, y cuando la exploraba a través de su propia autoconciencia. Yo le seguiré a través de algunos de sus viajes de butaca, veré cómo están incorporados en su poesía, aludiré a sus limitados viajes al extranjero, y le seguiré en su estimulante descubrimiento de los montes de Lake District (la Región de los Lagos). Convendrá recordar que Coleridge, en la más extravagante y brillante de las autobiografías crítico-literarias, su *Biographia Literaria* , publicada en 1817, describía la percepción como un perpetuo acto de creación[2]. Para él, la naturaleza era la expresión visible de la propia creación de Dios, y así le pudo servir, y de hecho le sirvió, como fuente de inspiración y recreación literaria. La re-creación será un motivo recurrente en lo que sigue.

Puesto que gran parte de la exploración de Coleridge fue más mental que física, necesitamos saber algo sobre la actividad de su mente: saber qué existía en la mente de alguien suele ser algo imposible para los historiadores, pero Coleridge supone una excepción, maravillosamente abordada por Owen Barfield en *What Coleridge Thought* (London, Oxford University Press, 1972). De hecho, los estudios sobre Coleridge en el siglo veinte nos han aportado una superabundante cornucopia, con correspondencia (seis volúmenes), cuadernos de notas (transcritas y editadas en diez volúmenes de varios miles de pági-

---

[1] Trevor H. Levere, *Poetry Realized in Nature: Samuel Taylor Coleridge and Early Nineteenth-Century Science* (Cambridge University Press, Cambridge and New York 1981). Nicholas Roe, ed., *Samuel Taylor Coleridge and the Sciences of Life* (Oxford University Press, Oxford 2001). "Filósofos de la naturaleza" es el término apropiado, porque, aunque había muchas ciencias reconocidas en tiempos de Coleridge, la palabra "scientist" fue acuñada en el año de su muerte (1834), con la subsiguiente aceptación durante el encuentro en Cambridge de la British Association for the Advancement of Science. *Quarterly Review* 51 (1834) 59: *La ciencia …pierde toda traza de unidad. Curiosa muestra de ello puede ser observada en la carencia de un nombre con el que podamos designar a los estudiosos del mundo material colectivamente. Se nos ha informado de que esta dificultad era sentida de modo muy imperioso por los miembros de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia, en sus reuniones…en los tres últimos veranos…"Philosophers" se estimaba término demasiado amplio y difuso,…; "savants" excesivamente presuntuoso…; algunos ingeniosos caballeros propusieron que, por analogía con "artist" podría formarse "scientist" y añadieron que no había por qué poner reparos al uso de este sufijo, dado que tenemos palabras tales como "sciolist" (sabihondo), "economist" o "atheist".* (Citado en *Oxford English Dictionary*).

[2] *The Collected Works of Samuel Taylor Coleridge,* ed. Kathleen Coburn (Princeton University Press and Routledge, Princeton and London 1969-2002) (a partir de ahora CC), no.7, *Biographia Literaria*, ed. James Engell and W. Jackson Bate, 2 vols. (Princeton University Press, Princeton 1983), vol. 1 p.304: *Sostengo que la IMAGINACIÓN primaria es el vivo Poder y Agente primero de toda humana Percepción, y como una repetición en la mente finita del eterno acto de creación en el infinito YO SOY.*

nas), y sus obras más sistemáticas publicadas o hasta ahora inéditas, y ya disponibles en la magistral, monumental, y muy recientemente acabada edición de los treinta y cinco volúmenes de sus obras completas.

La curiosidad intelectual de Coleridge era insaciable, y las obras de la naturaleza, del espíritu humano y de su propio espíritu, le fascinaban enormemente. Los cuadernos de notas eran sus escritos menos formales y más desinhibidos, escritos en parte para reforzar su asombrosa memoria de cuanto leía, veía o de cualquier otro modo encontraba, y en parte para ir desarrollando sus propias ideas. Sus cartas están más específicamente dirigidas a sus respectivos destinatarios, aunque daba a menudo por supuesto que los demás compartirían su entusiasmo, y estarían interesados en su interpretación de la naturaleza y en sus ideas.

Coleridge leía omnívora y meticulosamente; anotaba en los márgenes de sus libros, y en los márgenes de los libros que le prestaban los amigos, devolviéndolos, según él decía muy enriquecidos. Frecuentaba las bibliotecas, y no es nada seguro afirmar que existiera algún libro en su tiempo, escrito en inglés, latín, griego, alemán o en otras varias lenguas, que él no hubiera leído. El 17 de noviembre de 1796, pocos meses después de su matrimonio y un mes antes de trasladarse con su esposa a Nether Stowey (Stowey Bajo) en Somerset, al oeste de Inglaterra, se describía a sí mismo, en carta al escritor y político radical John Thelwall: *Yo soy, y siempre he sido, gran lector, y he leído casi todo –cormorán de biblioteca–. He profundizado en todos los libros fuera de circulación. Tanto libros de la época monacal como de la era puritana. He leído y digerido a la mayoría de los escritores de Historia; pero no me gusta la Historia. Metafísica y Poesía, y "Hechos del espíritu" –(i.e. narraciones de todos los extraños fantasmas que alguna vez poseyeron tus soñadores de filosofía desde Thoth el Egipcio hasta Taylor, el Inglés pagano) son mis estudios preferidos. En suma, raramente leo excepto para divertirme– y estoy casi siempre leyendo.*[3]

Tenía derecho a llamarse "cormorán de biblioteca". Como esas aves pescadoras buceaba tras su presa, en este caso los libros, los cogía, los tragaba enteros y los hacía suyos. Puede que no le gustara la Historia, pero interpretaba los "hechos del espíritu" de modo sumamente generoso, incluyendo entre ellos descubrimientos en el mundo natural, o acerca de los más remotos logros de la humanidad. Le atraían la historia natural, la antropología y la etnología, así como los viajes y exploraciones que le aportaban tales conocimientos.

Pocos meses depués de trasladarse a Stowey, Coleridge escribió a su amigo el editor Joseph Cottle[4] describiendo su depresión, algunas veces

---

[3] STC a John Thelwall, 19 de noviembre de 1796, *The Collected Letters of Samuel Taylor Coleridge*, ed. E. L. Griggs, 6 vols. (Clarendon Press, Oxford 1956-1971) (a partir de ahora CL), vol. 1, (1956), p.260.

[4] STC a Joseph Cottle, CL vol. 1 pp. 320-321

aguda, pero leve en ese momento: *una suerte de sosegada desesperanza se difunde por mi corazón*. Pasó entonces a la discusión sobre poesía, la cual, decía, debería brotar de imágenes sublimes, y no ser mero relato en verso, del tipo que su amigo Southey, e incluso su más admirado Wordsworth, a veces escribían. John Milton, cuyo épico *Paradise Lost* tuvo enorme influencia sobre los principales poetas románticos ingleses, le proporcionó inspiración, pero también parecía ofrecerle un modelo de imposible emulación: *Observa la marcha de Milton –su rigurosa dedicación, su laborioso pulido, sus profundas investigaciones metafísicas, sus plegarias a Dios antes de comenzar su gran poema, todo aquello que pudiera henchir y elevar su intelecto vino a ser su alimento diario.*

Coleridge, más que medio en serio, le dijo a Cottle que *no pensaría yo en dedicar menos de 20 años a un poema épico. Diez para recoger material y ejercitar mi mente con la ciencia universal. Sería un Matemático pasable, conocería a fondo la Mecánica, Hidrostática, Optica y Astronomía, Botá - nica, Metalurgia, Paleontología, Química, Geología, Anatomía, Medicina –y después el espíritu del hombre, y después las mentes de los hombres– en todas las Expediciones, Viajes e Historias. Y después dedicaría otros diez años –cinco a la composición del poema y los últimos cinco a su corrección.* El apetito omnívoro de Coleridge por los "fantasmas de la mente" se aliará con su programa de lecturas en este jocosamente imposible plan de estudio, y culminará en el conocimiento de las "*mentes de los hombres* –en todos los Viajes, Expediciones e Historias". Aquí hallamos al perfecto viajero de butaca en acción. Merece la pena señalar cuán difundidos estaban los viajes de sillón a finales del siglo dieciocho y principios del diecinueve. La biblioteca de cualquier caballero estaba habitualmente bien provista de relatos de expediciones, y en las revistas y bibliotecas de las instituciones abundaban tales temas. Cuando en la Royal Institution de Gran Bretaña, –en la cual era célebre por su brillante carrera química el amigo de Coleridge Humphry Davy–, se encontraron a principios del siglo veinte con que se estaban quedando sin sitio para libros, desafortunadamente decidieron que el modo más fácil para conseguir un gran y muy necesitado espacio, era deshacerse de los libros de viajes, que constituían una parte muy sustancial de la colección. La Geografía pertenecía a una biblioteca científica, pues era a menudo considerada como ciencia, y muchos exploradores navales, del Ártico y de otras regiones, fueron nombrados miembros de la Royal Society de Londres por sus descubrimientos. Coleridge, sin embargo, no era especialmente aficionado a sumergirse en la literatura de viajes, incluídos su queridos libros "fuera de circulación", como preludio a la composición de poesía épica; más bien, su entusiasmo por el género era expresión de un apetito mucho más amplio y profundo.

Puede que Coleridge discrepara –y de hecho, discrepaba– de las ideas de Wordsworth acerca de la naturaleza de la poesía, pero también admiraba el genio de su amigo, a veces, incluso, plegándose él mismo a las imperiosas necesidades de Wordsworth. Más al caso, para nuestros propósitos, es que

Coleridge y Wordsworth disfrutaban de su mutua compañía y, especialmente en los primeros años de su amistad, se acuciaban uno a otro hacia nuevas cimas y aventuras en poesía. Un año después de que Coleridge se trasladara a Stowey, Wordsworth le visitó y pronto él y su hermana Dorothy se mudaron a una casa de campo cercana a aquél. En noviembre, Coleridge y los Wordsworth salieron juntos de excursión, y decidieron escribir un poema, medio épico medio balada, con el que ganar lo suficiente para pagarse el viaje. Este fue el comienzo, más bien la concepción, de "The Rime of the Ancient Mariner", "La Balada del Viejo Marino", que llegó a ser uno de los poemas más célebres y admirados de Coleridge, una fantasmagórica narración del pecado, del disparo desalmado a un inofensivo albatros, seguido de sufrimiento, expiación, y la vuelta redentora al amor y la oración, y la subsiguiente penitencia, todo ello en el contexto de una travesía marítima hacia los mares del sur, repleta de alusiones geográficas, nauticas y de historia natural. El plan original era escribir la balada juntos –Coleridge y Wordsworth ya habían colaborado en la redacción de "The Three Graves" (Las Tres Tumbas), obra menos conocida (y con razón)–. Wordsworth contribuyó sustancialmente en la trama, sugiriendo *el tema del crimen, la persecución y la marcha errabunda….; el disparo al albatros…; y la tripulación compuesta por hombres muertos*.[5] Wordsworth había leído la obra de George Shelvocke *A Voyage round the World by Way of the Great South Sea, Performed in the Years 1719-1772 (1776)*, una narración del viaje del *Speedwell*, que incluía el relato del disparo a un albatros. Pero a pesar del entusiasmo de ambos, la colaboración entre Coleridge y Wordsworth pronto se rompió, retirándose Wordsworth del proyecto, principalmente porque no le gustaban las acciones sobrenaturales que Coleridge construía con y alrededor del tema original, convirtiendo la narración en alegoría. Se puede calibrar la receptividad de Coleridge a las manifestaciones sobrenaturales mediante la respuesta que dio a una señora que en cierta ocasión le preguntó si creía en fantasmas: *La Razón de que no creyera en la existencia de Fantasmas era que yo mismo había visto demasiados*.[6]

Parte del aparato del poema de Coleridge es una serie de glosas marginales, que incluyen un relato directo sobre una travesía hacia el sur, con historias de genios del aire y de las profundidades abisales. Consideremos primero la narración de la travesía, elementos espirituales aparte, en estas glosas: *El Marino cuenta cómo el barco navegaba hacia el sur con viento favorable y buen tiempo, hasta que alcanzó la línea* –i.e. el ecuador. *El barco arrastrado por una tormenta hacia el polo sur. El país del hielo, de los soni-*

[5] CC, no. 16, *Poetical Works*, ed. J. D. C. Mays, 3 parts en 6 vols. (Princeton 2001), part 1 vol. 1, p.366

[6] *The Notebook of Samuel Taylor Coleridge*, vols. 1-4 ed. Kathleen Coburn, Vol. 5 ed. A. Harding, 5 vols. En 10, Bollingen Series L (Bollingen Foundation and Princeton University Press, New York and Princeton 1961-2002) (a partir de ahora CN), vol. 1 entry 2583.

dos pavorosos, donde no se ve nada viviente… El barco …volvió hacia el norte a través de la niebla y el hielo… La suave brisa continúa; el barco entra en el Océano Pacífico, y navega hacia el norte, hasta alcanzar la línea. El barco había quedado repentinamente parado. Esto apenas nos lleva hasta la primera cuarta parte del poema. Las tres cuartas partes restantes llevan al marinero de vuelta a su país natal, pero lo hacen de modo tan espiritual y sobrenatural, que resultan sumamente distintas a la primera, de corte narrativo y geográfico.

En 1927 John Livingston Lowes publicó un estudio pionero sobre las lecturas de Coleridge implícitas en la composición de "Kubla Khan" y "La Balada del Viejo Marino".[7] Señaló que la descripción de la travesía geográfica de Coleridge era un breve resumen de la historia de la exploración del sur. En 1520 Magallanes entró en el océano Pacífico a través del estrecho que ahora lleva su nombre. En 1578, Francis Drake navegó por el estrecho de Magallanes, fue arrastrado por una tormenta hacia el Polo y, al sur del Cabo de Hornos, se encontró en mar abierto. En 1772, el año del nacimiento de Coleridge, el capitán James Cook partió en su segundo viaje para intentar descubrir qué había más allá del Círculo Antártico, y descubrió la helada planicie austral. Después de aquello, como señala Lowes: *Nave tras nave pusieron rumbo hacia el sur en el Atlántico, pasando la curva del oeste de África con forma de calavera* –algunos de ellos recalando en las Islas Canarias, otros fallando en el intento de hacerlo, como ocurrió en la generación siguiente a la de Coleridge, al *HMS Beagle* de Fitz Roy, para enorme decepción de Charles Darwin, quien vehementemente deseaba explorar la historia natural y la geología de las Islas Canarias. El viaje del Beagle fue, por lo demás, típico entre aquellas primeras travesías. Cruzó el ecuador –i.e. la Línea– y se dirigió *rodeando el codo saliente de Brasil* hacia el Cabo de Hornos. Los barcos que habían navegado hasta tan lejos *eran arrastrados (salvo que tuvieran la suerte de su parte) pasado el cabo, hacia planicies de hielo flotante. Rodeado el cabo, eran impulsados por los vientos alisios de nuevo hacia la Línea, para quedar en calma chicha durante días o semanas, bajo un cielo ardiente que se derretía sobre sus cabezas, en un mar hechizado y sin un soplo de aire.*

El Viejo Marino de Coleridge fue siguiendo una ruta convertida en familiar por casi tres siglos de exploración. Pero cuando Coleridge escribió su poema jamás había estado fuera de las Islas Británicas. Su conocimiento, tanto de la ruta como de los detalles de tal viaje, provenía de extensas y esotéricas lecturas, transformadas por su brillante capacidad de asociación y por la habilidad y la fuerza imaginativa de un gran poeta. Lowes ha mostrado cómo el poema incorpora las vastas lecturas de Coleridge. Tiende a asumir, empero, que la secuencia de los apuntes de Coleridge en sus cua-

[7] John Livingston Lowes, *The road to Xanadu: A Study in the Ways of the Imagination* (Boston & New York, Houghton Mifflin, 1927), p.123

dernos de notas corresponde a la secuencia en que fueron escritos. Sin embargo Coleridge a menudo usaba varios cuadernos al mismo tiempo, abriendo el primero que tuviera a mano por la primera página con sitio en blanco (lo cual no es necesariamente lo mismo que decir la última página usada), y utilizando prácticamente todo espacio disponible. Una edición meticulosa [8] de sus cuadernos de notas ha dejado claro el proceso. El resultado es una secuencia cronológica menos caótica que la que asume Lowes, pero en cualquier caso maravillosamente rica y variada.

Cuando Coleridge escribió "El Viejo Marino", nadie había alcanzado todavía la Antártida. El capitán Cook había descubierto la banquisa (mar helado) que comienza en el Círculo Polar Antártico, pero qué hubiera más al sur era aún desconocido. Se habían hecho, sin embargo, muchos viajes al Ártico, una región en la que continentes y archipiélagos rodean a un océano cubierto de hielo, y en donde innumerables icebergs se desgajan de los glaciares, para flotar en el mar. A finales del siglo dieciocho balleneros, exploradores y armadores habían navegado alrededor de la mitad sur de Groenlandia, familiarizándose con Svalbard (Spitzbergen), y con gran parte de la Bahía de Hudson, así como con las quebradas costas del océano Ártico.

La búsqueda del Paso del Noroeste había calado en la imaginación geográfica de los lectores ingleses desde el siglo XVI, y Coleridge conocía la narrativa sobre expediciones. Hacia 1570 Martin Frobisher llegó a la Isla de Baffin, en lo que es ahora el archipiélago ártico canadiense, en busca de oro. Las muestras del mineral que trajo consigo no eran oro auténtico, sino pirita de hierro, sin ningún valor. John Davis, magnífico navegante, redescubrió Groenlandia hacia 1580, navegó hacia el norte por su costa oeste pasando la isla Disko, y se aventuró en el archipiélago ártico canadiense. En 1609 Henry Hudson salió hacia el Mar de Barents (así llamado por el gran duque, explorador de Svalbard y Novaya Zemlya en el siglo XVI), pero su tripulación le obligó a navegar hacia el oeste, y le abandonó en una isla de la gran bahía que ahora lleva su nombre. Hubo otros muchos viajes al Ártico durante los siglos diecisiete y dieciocho. Los primeros libros de viajes eran publicados bien por separado bien en antologías; una de las más notables era la de Richard Hakluyt *Principal Navigations…* (1598-1600).[9] Coleridge, cormorán de biblioteca *sui generis*, devoraba estos relatos, incluyendo éste de Hakluyt, el de Frederick Marten *The Voyage into Spitzbergen and Greenland, in An Account of Several Late Voyages and Discoveries to the South and North…By Sir John Narborough, Captain Jasmen Tasman,*

[8] CN.

[9] Richard Hakluyt, *The Principal Navigations, Voyages, Traffiques and Discoveries of the English Nation: made by sea or over-land, to the remote and farthest distant quarters of the earth, at any time within the compasse of tese 1500 yeeres: devided into three severall volu - mes, according to the positions of the regions, whereunto they were directed* ...(London 1598-1600)

Captain John Wood, and Rederick Marten of Hamburgh (London 1694), el de Alexander Dalrymple *A Collection of Voyages Chiefly in the Southern Atlantick Ocean:Published from Original Manuscripts* (London 1775), el de David Crantz *The History of Greenland: Containing a Description of the Country and its Inhabitants…Translated from the High Dutch*, 2 vols. (London 1767), y muchas otras. El trabajo de los editores de la obra de Coleridge, especialmente de sus *Cuadernos de Notas* y *Marginalia* ha enriquecido enormemente nuestro conocimiento acerca de sus lecturas; y la obra precursora e independiente de Lowes, aunque a menudo menos concluyente, también documenta buena parte de tales lecturas, y sugiere muchas otras. Lowes tiende a asumir que la coincidencia de una sola frase, a veces incluso de una sola palabra, entre "El Viejo Marino" de Coleridge y los textos que pudo haber leído, es suficiente para demostrar que de hecho los leyó. Aunque tal evidencia sea endeble, probablemente lo hizo. Coleridge nos dice explícitamente que conocía y apreciaba varios libros de viajes que forman parte del transfondo del "Viejo Marino". Uno de ellos es el libro de William Bartram, *Travels through North and South Carolina, Georgia, East and West Florida, the Cherokee Country, the Extensive Country of the Muscogulges, or Creek Confederacy, and the Country of the Chactaws; containing an account of the Soil and Natural Productions of those regions, together with Observations on the Manners of the Indians* (Philadelphia, 1791). Coleridge lo tuvo en mente al componer, en 1797, *Kubla Khan*, (publicado en 1798) y al escribir el "Viejo Marino". Cuando en el año 1800 el amigo de Coleridge Webb Tobin se dispuso a visitarle en la Región de los Lagos, Coleridge le pidió que llevara consigo tal libro[10]. Fue probablemente esta misma copia la que en 1801 regaló a Sara Hutchison, la mujer con la que hubiera querido casarse. En una nota bajo la dedicatoria, escribió: *Este no es, propiamente hablando, un Libro de Viajes; sino una serie de poemas, principalmente descriptivos, sugeridos por los Objetos que el Viajero observó. –Es un Libro delicioso; y como de todas las cosas deliciosas, debe tomarse sólo un poco cada vez.*[11]

Veinticinco años más tarde, en una conversación de sobremesa, declaró: *El último de los libros de viajes que conozco, escrito con el espíritu de los viejos navegantes, es la narración de Bartram de su viaje por las Floridas. Es una obra de gran mérito en toda su extensión*[12]. He aquí, claramente, una obra que había impresionado su imaginación y a la cual volvió, si no de hecho sí con la memoria, durante más de media vida. La obra de Samuel Purchas *Purchas his Pilgrimage, or Relations of the World and the Religions*

[10] STC a Tobin, 25 Julio 1800, CL, p. 613

[11] CC no. 12, *Marginalia*, 6 vols., vols. 1-2 ed. George Whalley, Vols 2-6 ed. H. J. Jackson and George Whalley (Routledge, London 1980-2001) , vol. 1 (1980), p. 227

[12] CC no. 14, *Table Talk*, 2 vols. editado por Carl Woodring, vol 2 (London y Princeton, Routledge and Princeton University Press, 1990), 12 Marzo 1827, p. 57.

observed in all Ages and Places discovered, from the Creation unto this Pre - sent...(London 1617) fue otro de esos libros, frecuentemente hojeado por Coleridge y rebosante de material sobre viajes.

Es ya el momento de abordar de qué modo los relatos de las expediciones estuvieron presentes en la elaboración de la "Balada del Viejo Marino". Pero antes una pequeña advertencia. Coleridge revisitó y revisó muchos de sus poemas a lo largo de su vida, hasta llevar a cierto comentarista a describirlos como en un estado de "inestabilidad textual"[13]. La más reciente y definitiva edición[14] de los poemas de Coleridge, llevada a cabo por J. C. C. Mays, aclara este aspecto en lo que respecta al "Viejo Marino". Coleridge lo compuso entre 1797 y 98, lo reformó a lo largo de los años, publicó una versión muy corregida en 1817 y aprobó el nuevo texto publicado el último año de su vida, en 1834. Para nuestros propósitos, esta última versión resulta tan útil como la primera y, dado que contiene deliberadamente mucho menos lenguaje arcaico, es más accesible y por tanto será la versión que aquí manejaré.

La travesía hacia el sur descrita por el Marino, en su relato al Invitado a una boda, oyente contra su voluntad e indefenso, difícilmente podría ser trazada con mayor brevedad. El sol salía por la izquierda y se ponía por la derecha:

> Higher and higher every day,
> Till over the mast at noon –
> The Wedding-Guest here beat his breast,
> For he heard the loud bassoon
>
> Más y más alto cada día
> Hasta que sobre el mástil a mediodía...
> Aquí el convidado a la boda se golpeó el pecho
> Pues oyó del fagot la melodía

Con el sol en lo alto a mediodía, el barco había alcanzado el ecuador. Cualquier otra alusión a la parte de la travesía que se realiza en el Atlántico es omitida; Sudamérica es ignorada. Pero las tormentas al sur de Hornos desempeñan un rol esencial, y el viento es personificado:

> And now the storm-blast came, and he
> Was tyrannous and strong:
> He struck with his o'ertaking wings,
> And chased us south along.
> ...
> The ship drove fast, loud roared the blast,
> And southward aye we fled.

---

[13] *Samuel Taylor Coleridge*, ed. H. H. Jackson, The Oxford Poetry Library (Oxford University Press, Oxford 1994), p. xvii.

[14] CC, *Poetical Works*, (ver nota 5)

Y en esto vino la tormenta, y era
Tiránica y fuerte:
Nos golpeó con sus alas hechiceras
Y hacia el sur nos derivó.
El barco navegó raudo, horrísona sonó la tempestad
Y hacia el sur, sí, nos deslizamos

Después vino el hielo –témpanos, icebergs y banquisas:

And now there came both mist and snow,
And it grew wondrous cold:
And ice, mast-high, came floating by,
As green as emerald.
The ice was here, the ice was there,
The ice was all around:
It cracked and growled, and roared and howled
Like noises in a swound.

Y ahora vinieron la niebla y la nieve
E hizo un frío terrible
Y el hielo, como el mástil de alto
Y verde esmeralda, venía flotando
Había hielo aquí, había hielo allí
El hielo nos rodeaba
Crujía y gruñía, rugía y aullaba
Como los ruidos al desmayarse¿?

El barco quedó varado en el hielo. James Cook había descrito la banquisa antártica. Otros a quienes Coleridge había leído describieron los ruidos del Ártico, rugiendo, bramando y resquebrajándose con crujidos como truenos. Incluso la palabra "swound", ya arcaica en tiempos de Coleridge y generalmente reemplazada por "swoon" (desmayarse), aparece en el relato sobre Barents: Los hombres, soportando el invierno en su tercer viaje, yaciendo ateridos de frío en sus camarotes y aún así sofocados por el humo y el monóxido de carbono de un fuego mal ventilado, oían los restallidos del hielo aún cuando estaban a punto de desmayarse: y el hombre que abriendo la puerta les salvó, *cayó desmayado –"in a swound"– sobre la Nieve*. Es una palabra lo suficientemente inusual como para pensar que Coleridge tenía este relato particular en mente y, más en general, es seguro que tuvo en mente las primeras narraciones sobre el Ártico al cincelar su obra poética[15]. Las planicies heladas del norte podrían ser excelentes modelos y estímulos para sus relatos sobre las del sur, el hielo seguramente sería igual más allá del círculo polar Antártico que más allá del Ártico y, en cual-

[15] Lowes, *Road to Xanadu*, p. 147

quier caso, ninguno de los lectores de Coleridge tenía experiencia alguna del Antártico que sirviera para contradecirle. El continente Antártico sólo llegó a ser bien conocido por el público lector a partir de la década de 1840 cuando James Clark Ross volvió de su viaje de investigación geográfica, geomagnética y científica en general, habiendo cartografiado el mar de Ross y la Barrera de hielo del mismo nombre.

El Viejo Marino, sus compañeros, y la nave que los llevaba, quedaron atascados en el hielo. Después vino un gran pájaro marino, un albatros, ave de buen agüero:

> As if it had been a Christian soul
> We hailed it in God´s name.
>
> Como si hubiera sido cristiano,
> En nombre de Dios le saludamos.

Los marineros adoptaron al pájaro, que venía por comida; y de repente el barco quedó libre:

> The ice did split with a thunder-fit;
> The helmsman steered us through!
>
> El hielo se partió con estrépito de trueno
> El timonel pudo avanzar entre él.

El hielo se había partido con estrépito de trueno en más de una narración de Purchas y, en la expedición al Ártico dirigida por el comandante Constantine Phipps un año después del nacimiento de Coleridge, el barco quedó atrapado en el hielo, cuando *El Omnipotente… hizo que… el hielo se partiera de modo atronador, quebrándose y desmoronándose con un ruido estrepitoso, sobre - pasando el del más fragoroso trueno*[16]. La expedición de Phipps, rumbo al nordeste hacia el polo, fue en parte exploración geográfica y en parte para propósitos científicos más generales. En años posteriores, especialmente después de la victoria de Nelson en las guerras napoleónicas, la expedición sería recordada principalmente por la hazaña del joven Horacio Nelson, quien, explorando lejos del barco en un témpano de hielo, se peleó con un oso polar, ahuyentado finalmente por los cañones del barco. Para Coleridge en los años 1797-98 las descripciones del hielo eran lo que importaba[17]. Una vez liberados del hielo, la nave del Viejo Marino cogió viento sur:

---

[16] Constantine John Phipps, *The Jounal of a Voyage… For making Discoveries towards the North Pole. By the Hon. Commodore Phipps,* London 1774, p.82, citado por Lowes, *Road to Xanadu*, p.146

[17] T. H. Levere, *Science and the Canadian Arctic: A Century of Exploration 1818-1918* (Cambridge University Press, New York 1993), pp. 37-38. El cuadro de Nelson y el oso, de Richard Westall (1781-1850) está en el National Maritime Museum, Greenwich.

Fig. 1. Samuel Taylor Coleridge.

Fig. 2. Paisaje de Lake District.

Fig. 3. The ice was here, the ice was there. The ice was all around. Ilustración de Gustave Doré para "The Rime of the Ancient Mariner".

Fig. 4. I looked upon the rotting sea. And drew my eyes away. Ilustración de Gus - tave Doré para "The Rime of the Ancient Mariner".

…a good strong wind sprung up behind,
The albatross did follow.

Un fuerte viento favorable nos empujó adelante
El albatros nos siguió.

Después el Marino disparó al albatros, aquella *ave pía de buen agüero*, con su ballesta. A pesar de tal crimen, el favorable viento del sur continuó. Coleridge constantemente se refiere a él como *la brisa* (*the breeze*) y, tal como señaló Lowes, la *brisa* (*brise*) era el término dado, en la obra de Purchas y en las demás, a los vientos alisios que soplan desde el sureste al ecuador, en terminología conocida para los lectores cuando Coleridge escribió "El Viejo Marino"[18]. La travesía desde la masa helada del sur hasta el trópico está trazada con tanta viveza en el relato poético de Coleridge como lo estuvo la travesía hacia el sur desde los trópicos al país del hielo y la nieve.

Entonces la nave quedó repentinamente en calma chicha en el trópico, parada, día tras interminable día, bajo el sol ecuatorial. Aquí, si uno ignora las partes sobrenaturales del poema, hay una experiencia que muchos barcos habían tenido. Y aquí, en una experiencia distinta a la de cualquier otro velero, acaba la travesía geográfica y comienza la travesía sobrenatural. Pero antes vino una reconciliación con la naturaleza, en forma de serpiente de agua, y el resurgir del amor y la oracón. Todos los compañeros de tripulación del Marino murieron, pero él sobrevivió, soportando la conciencia de su crimen –al matar al albatros– aborreciéndose a sí mismo y aborreciendo la vida marina en su derredor:

The many men, so beautiful!
And they all dead did lie;
And a thousand thousand slimy things
Lived on; and so did I.

¡Tantos hombres, tan hermosos!
Y todos cayeron muertos;
Y miles, miles de seres viscosos
Sobrevivieron; y yo entre ellos.

Entonces vino la transformación; la vida marina –serpientes de agua– ahora le parecía hermosa, y las bendijo. Este fue el comienzo de la salvación del Marino, pero no antes de mucha penitencia. Lowes muestra de modo convincente que las descripciones que hace Coleridge de las serpientes de mar se basan en literatura hoy familiar para nosotros, incluyendo al capitán Cook, Purchas, e incluso la de Marten sobre Spitzbergen y Groenlandia. Coleridge no parece amilanarse más ante la transposición de criaturas del

[18] Lowes, op.cit., pp. 128-9

Ártico al ecuador de lo que lo estuvo al transponer el hielo ártico al antártico. Incluso tomó descripciones de la Aurora boreal y las usó para conseguir efectos dramáticos en la narración de los trópicos. Excepto en la despreocupación por la localización, la vida y colorido de sus descripciones son meticulosos, llenos de particularidades.

Coleridge fue más que un viajero de butaca, fue un gran observador y explorador de la naturaleza que le rodeaba en su país natal, en el oeste de Inglaterra, en la Región de los Lagos, y en sus caminatas allí donde estuviera. Siempre estaba atento al detalle, la forma de una nube, el color de una llama, el movimiento de un insecto –y atendía siempre también a una visión más amplia, incluso al significado cósmico de esos detalles –*el mundo en un grano de arena* de Blake. Ver lo universal en lo particular, e interpretar la naturaleza como una representación simbólica de lo que él entendía como las ideas platónicas de Dios, era el modo de Coleridge de relacionarse con la naturaleza, y en parte la fuente de su imaginación poética. En 1795 se preguntaba:

> And what if all of animated nature
> Be but organic harps diversely framed,
> That tremble into thought, as o'er them sweeps
> Plastic and vast, one intellectual breeze,
> At once the Soul of each, and God of all?[19]
>
> ¿Y qué si toda la naturaleza animada
> Fuera sólo melodías diversamente moduladas,
> Que vibran en el pensamiento, cual turbión
> Plástico e inmenso, una brisa intelectual,
> A la vez el Espíritu de cada una, y Dios de todas?

Y en 1798, antes incluso de trasladarse a la Región de los Lagos, contrastaba su propia infancia urbana con la libertad en las montañas que preveía para su hijo Berkeley, nacido ese mayo:

> … For I was reared
> In the great city, pent 'mid cloisters dim,
> And saw nought lovely but the sky and stars.
> But thou, my babe! shalt wander like a breeze
> By lakes and sandy shores, beneath the crags
> Of ancient mountain, and beneath the clouds,
> Which image in their bulk both lakes and shores
> And mountain crags: so shalt thou see and hear
> The lovely shapes and sounds intelligible
> Of that eternal language, which thy God
> Utters, who from eternity doth teach
> Himself in all, and all things in himself.

[19] "The Eolian Harp" (1795).

...Pues fui criado
En la gran ciudad, enclaustrado entre oscuridades de convento
Y nada hermoso vi excepto las estrellas y el cielo.
¡Pero tú, mi pequeño! Vagarás como la brisa
Por lagos y riberas de arena, bajo los riscos
De viejas montañas, y bajo las nubes
Que imaginan en su seno lagos, riberas
Y desfiladeros: así verás y oirás
Las hermosas formas y los inteligibles sonidos
De ese eterno lenguaje con el que Dios
Se expresa, quien desde la eternidad se muestra
A Sí mismo en todo, y todas las cosas en sí mismo.[20]

Pero ¡ay!, el pequeño Berkeley murió el febrero siguiente, dos días antes de que Coleridge, estudiando en Alemania durante su primer viaje al extranjero, llegara a la universidad de Gotinga. La noticia de la muerte de Berkeley le llegó en abril, lo cual no le privó de emprender una marcha a pie por los Montes Hartz, en una partida que incluía a Charles y Frederic Parry, hermanos del futuro explorador del Ártico y William, cuyas narraciones, junto con las de Otto von Kotzebue, Coleridge más tarde devoró[21]. Su respuesta a las montañas por esta época se expresaba en términos de cierta pomposa sublimidad, pero ello iba a cambiar. Volvió a Stowey en julio de 1799, habiéndose apresurado muy poco para consolar a su mujer por la pérdida del hijo. En octubre y noviembre, hizo su primera excursión por la Región de los Lagos con Wordsworth, y en julio del año siguiente se trasladó allí, para estar cerca de las montañas, cerca de Wordsworth y cerca de Sara Hutchison, cuñada de Wordsworth.

Caminar (estaba encantado con sus botas a medida para la montaña), trepar y escalar (no profesionalmente, pero escalar en cualquier caso) devinieron paulatinamente consuelo y solaz y, literalmente una fuente de re-creación para él. Cuando sufría de depresión o por efecto de la deshabituación al láudano (solución de opio y alcohol), las montañas eran su mejor cura y reconstituyente. En agosto subió a Helvellyn por la imponente arista que ahora llamamos Striding Edge: *Subí ese escarpado y estrecho desfiladero, a mi derecha el precipicio y el pantano a mis pies –a mi izquierda los Tairns*

---

[20] "Frost at Midnight" (1798)

[21] CL vol. 1, STC a su mujer Sara, 17 de mayo de 1799. CN vol. 4 (1990), entrada 5328 (1826): *a los hombres en general les gustan los Viajes de Franklin por la zona helada o las travesías de Parry*." CN vol. 4 entrada 4848 (1823) contiene notas de la obra de Franklin *Narrative of a Journey to the Shores of the Polar Sea, in the Years 1819...1822* (1ª ed 1823): *No menos instructiva que interesante, y digna de pasar a ser la sucesora de los volúmenes de Hearne y Mackenzie.* Coleridge copió una cita del libro de Otto von Kotzebue, *A Voyage of Discovery into the South Sea and Beering's Straits, por the pupose of exploring a North-East Passage, undertaken in the years 1815-1818* (1821), in CN vol 4 entry 4841 (1821-22): *La Isla verde que se demostró era un iceberg, masas de hielo puro hasta la altura de cien pies, oculto bajo una rica capa de musgo y hierba.*

y otro precipicio doblemente elevado que el anterior… viajando a lo largo de la arista vine a parar al otro lado del precipicio, y allá debajo a mi izquierda –no –no! Ninguna palabra puede expresar ni remotamente tal prodigiosa inmensidad / ese magnífico precipicio por este lado, excepto su cresta, aguda como cuchillo dentado, el fondo tan lejano y entonces la ascención tan audaz …[22]. En 1802 escaló el Scafell, la montaña más alta de Inglaterra, y escribió a Sara Hutchinson acerca de ello: *Subí al Scafell por el lado de un torrente, y trepé y descansé, descansé y trepé, hasta que alcancé la misma cima del Scafell… Incluso hasta Black Coomb – ante mí morían todos los montes, corriendo hacia abajo, hacia el oeste y hacia el mar…¡Oh Dios mío! Qué enormes montañas junto a mí…*[23].

Se arriesgaba sin cuidado, casi ávidamente, y se jactaba de ello ante Sara Hutchinson:[24] *Existe un tipo de juego de azar al cual soy muy aficionado; y no es el menos criminal para un hombre que tiene hijos y responsabilida - des. –Es éste. Cuando encuentro conveniente descender de una montaña, me siento demasiado confiado e indolente para buscar un sendero o alguna otra vía segura; en vez de eso merodeo un poco, y por el primer sitio por el que me parece posible descender, ahí voy– confiando a la fortuna hasta dónde podré bajar. Así ocurrió esta tarde. Atravesé un gran despeñadero, bordeado de precipicios y me encontré el paso cortado por la enorme cima de un risco, que parecía rivalizar con el Scafell en altura, y sobrepujarlo en fiereza. Una cresta se alzaba abajo, al fondo, y dividía este despeñadero… Por el primer sitio al que llegué que no fuera simplemente un peñasco, me dejé caer descolgándome, y así seguí un trecho con relativa facilidad.* Después venían una serie de escarpadas pendientes y cornisas, acabando en gran caída con una estrecha repisa sobre un abismo mortal, y Coleridge, temblando de emoción y agotamiento: *Me temblaban todos los miembros –me tumbé sobre mi espalda para descansar, y estaba empezando, de acuer - do con mi costumbre, a reírme de mí mismo por loco, cuando la vista de los despeñaderos sobre mí a ambos lados, y las impetuosas nubes sobre ellos, viajando tan imponéntemente hacia el norte, me arrebataron, y yací en un estado de trance y deleite casi profético, y bendije a Dios en alto, por el poder de la razón y la voluntad, que nos recuerdan que ningún peligro puede derrotarnos!* Se recobró lo bastante como para mirar a su alrededor, y encontró una grieta o chimenea en las rocas y descendió justo antes de que se desencadenara una tormenta.

Tales experiencias eran sublimes además de temerarias, y Coleridge, hombre joven todavía, nunca se lesionó en los montes. Es chocante que, aunque le gustaba caminar y trepar en compañía, sus ascensiones mayores las hiciera siempre solo, y sus experiencias más exultantes de lo sublime

[22] CN vol.1 (1961) entrada 2798, Agosto de 1800

[23] CL vol.2(1956),p.840,STC a Sara Hutchinson, 1-5 de Agosto de 1802

[24] Cl vol.2 pp. 841-845, STC a Sara Hutchinson, 6 de Agosto de 1802

ocurrieran cuando estaba solo en la montaña. Como observaba después de una marcha con Southey y Hazlitt en 1803– *Tengo que estar solo, si mi imaginación o mi corazón han de exaltarse o enriquecerse*[25].

Al leer los apuntes de Coleridge sobre las montañas en sus cuadernos de notas o en sus cartas, su energía, entusiasmo y resistencia son tan impactantes que es fácil olvidar los problemas, de cuerpo y mente, que le aquejaban. Era rechoncho, no podía respirar por la nariz– *así que mi boca, de gruesos labios sensuales, está casi siempre abierta*[26] –y estaba convencido de que padecía alguna clase benigna de escrófula. Es casi seguro que tuvo fiebres reumáticas de pequeño y los médicos, incluido su amigo y mentor el Dr. Thomas Beddoes[27], le recetaron láudano. Esta medicina se utilizaba entonces tanto como hoy la aspirina, y fue la causa directa de la adicción al opio de Coleridge, y de muchos otros[28]. Padeció todos los sufrimientos típicos de la desintoxicación durante su larga lucha para superar su adicción, lucha de la cual salió victorioso a menudo, con la ayuda personal y médica de James Gillman. Y tenía depresiones, una enfermedad que parece haber estado espantosamente extendida entre los poetas románticos[29]. A lo largo de su vida, sufrió largos periodos de enfermedad. Caminar hasta cuarenta millas a través de las montañas, día tras día, era en ese contexto, un sorprendente reconstituyente, pero no cabe duda de que a él le servía.

Desde 1802 hasta 1804 se estuvo planteando si trasladarse a vivir en un clima más cálido y saludable que el de Inglaterra –los Lagos tienen uno de los climas más húmedos de Europa–. En diciembre de 1802 escribió a su hermano James que estaba *decidido a pasar el próximo año o dos años de mi vida en Madeira, Tenerife o Lisboa con mi familia.*[30] Puede que la idea de ir a Tenerife surgiera hablando con su amigo y benefactor Tom Wedgwood[31], hermano menor de Josiah Wedgwood el alfarero. Tom tenía mala salud, era también paciente del Dr. Beddoes, y murió joven. Wedgwood estaba siempre hablando de Tenerife; Coleridge pidió a su mujer que lo buscara en la enciclopedia[32]. Para navidades ya había decidido que iría a la Islas Canarias, y así escribió a Southey: *En cuanto a mi propia salud, es completamente indiferente. Soy excesivamente moderado con cualquier cosa –me abstengo completamente de tomar vino, alcohol o licores – casi*

---

[25] CN 1 entrada 1607, Octubre 1803

[26] CL 1 no. 156, STC a Thelwall 19 de Noviembre de 1796

[27] Dorothy Stansfield, *Thomas Beddoes M.D.* 1760-1808 (1984); T.H. Levere, *Chemists and Chemistry in Nature and Society 1750-1858* (Hants., Variorum, Aldershot 1994)

[28] Alethea Hayter, *Opium and the Romantic Imagination* (Faber, London 1968)

[29] Kay R. Jamison, *Touched with fire: manic-depressive illness and the artistic temperament* (Free Press and Maxwell Macmillan, New York and Toronto 1993).

[30] CL1, STC to James Coleridge 14 de Diciembre, de 1802

[31] Richard B. Litchfield, *Tom Wedgwood, the first photographer: an account of his life, his discovery and his friendship with Samuel Taylor Coleridge…* (Duckworth, London 1903)

[32] CL vol. 2, pp. 882-885, STC to Sara Coleridge 16 November 1802.

del todo de tomar té – rechazo todo alimento fermentado o vegetal –excep - tuando el pan –muy raramente– vivo casi por completo de huevos, pescado, carne y aves – y así consigo no estar enfermo, pero bien no estoy – y con este clima jamás lo estaré. Una ligera escrófula, pero profundamente arrai - gada me corroe. Estoy totalmente decidido a probar Tenerife o Gran Cana - ria, prefiriéndolas a Madeira por el simple hecho de que la vida es más bara - ta. El clima y el lugar son paradisíacos –de hecho, la única pega para una mentalidad inglesa y protestante como la de Coleridge era que todos los habitantes eran católicos[33].

Pero independientemente de las desventajas del invierno Inglés (e incluso del verano inglés, que en Los Lagos puede ser frío y húmedo), el espíritu de Coleridge se inflamaba cuando estaba en la montaña. Tres semanas después de quejarse de su salud y del clima a Southey, se encontró atrapado en una tormenta en las montañas, y pensó que jamás saldría de ella. Escribió a Tom Wedgwood: *Con total franqueza, nunca me encuentro solo entre las rocas y los cerros, viajero por camino alpino, sino que mi espíritu revolo - tea, corre y se arremolina como una hoja en otoño: una actividad salvaje, de pensamientos, imaginaciones, sentimientos, e impulsos, se eleva desde mí – una suerte de viento del fondo, que sopla hacia ningún lugar y procede de no sé dónde, pero me agita de arriba a abajo; todo mi ser está lleno de olas, como si dijéramos, que se enrollan caprichosamente, hacia aquí, hacia allá, como cosas sin dirección definida. Pienso, que mi espíritu ha debido pre- existir en el cuerpo de un cazador de gamuzas… cuanto más subo desde la Naturaleza animada… mayor se vuelve en mí la Intensidad del sentimiento de Vida… no creo posible que ningún dolor corporal pudiera arrebatarme el amor y la alegría, que siento tan consustancialmente parte de mí, cuando voy hacia los cerros, las rocas y los acantilados!*[34]

Coleridge encontraba los cerros y montes reconstituyentes, pero era una cura que nunca duraba mucho lejos de las montañas, y en 1804, tras dos años de vacilación acerca de tal viaje, y de duda sobre si elegir el Mediterráneo o climas más cálidos, partió, sin compañía de esposa o hijos, hacia Malta, vía Gibraltar[35]. Las guerras napoleónicas todavía arrasaban Europa y sus mares circundantes, Gran Bretaña estaba luchando contra Francia y España. No era seguro para los barcos de viajeros o mercancías navegar solos. A principios de a bril, Coleridge se encontraba esperando en Portsmouth el barco *Speedwell* que habría de llevarle al sur, y al buque insignia *HSM Leviathan* y el resto de la flota que había de proteger el convoy. El *Speedwell* –curiosamente así también se llamaba el barco de la narración de

33 CL vol.2 pp. 902-903, STC to Southey 25 December 1802.

34 CL vol. 2 p. 916, STC to Tom Wedgwood 14 January 1803.

35 La mejor narración sobre la residencia de Coleridge en Malta, y de sus viajes por Sicilia e Italia en el viaje de vuelta es la de Richard Holmes, *Coleridge: Darker Reflections* (London, Harper Collins, 1998), pp. 1-63. Ver también Alethea Hayter, *A Voyage in Vain: Coleridge's Journey to Malta in 1804* (Faber, London 1973).

Shelvocke, de la cual Wordsworth había tomado la idea central del disparo de un albatros –era un buque mercante que llevaba cañones a Trieste–; todo el convoy transportaba provisiones y armas para la flota de Nelson y para los puertos aliados e, incluso con su escolta naval, el viaje no estaba exento de peligro. El convoy de las Indias Occidentales que había partido cinco días antes que el *Leviathan* encontró mal tiempo y sufrió la pérdida de varias naves, y había habido otras pérdidas importantes recientes, tal como Coleridge escribía desde Gibraltar: *Anteayer vi un comunicado procedente de Barcelona, dando noticia de que el Swift Cutter con despachos para Lord Nelson había sido abordado por un Corsario francés, que tomó los despachos y mató al Capitán en los primeros momentos del enfrentamiento; y el mismo comunicado transmitía noticias todavía más lúgubres, acerca de la total pérdida del Indostán por el fuego enemigo desde la costa española (cargado con municiones y pertrechos navales para Malta, donde estaban muy apurados por su escasez)*[36]. El convoy del *Leviathan* hizo una buena travesía hasta Gibraltar, y Coleridge, aunque mareadísimo por las noches, pronto se habituó al mar, y durante el día se dedicó a escribir, hablar con los marineros, y observar el mar, las costas y la naturaleza a medida que se acercaban al sur. Quedó fascinado por el Mediterráneo, y encantado con el Peñón de Gibraltar –que no le enardecía tanto espiritualmente como la Región de los Lagos, pero resultaba un lugar espléndido donde practicar sus habilidades montañeras: *Desde que anclamos, he pasado prácticamente los días enteros trepando por la espalda del Peñón entre los monos: soy buen compañero en la escalada, pero en los saltos y piruetas me superan…No sé qué tal aguantaré el calor del verano maltés o siciliano; pero si lo resisto, estoy seguro, por lo que he vivido estos cuatro últimos días, que su otoño e invierno casi me re-crearán.*[37]

Los acontecimientos defraudaron sus esperanzas de re-creación en Malta. Su salud mejoró, como consecuencia del trabajo diplomático y académico que realizó para el Gobernador de Malta, Sir Alexander Ball. Halló, de hecho, que toda su salvación *depende de estar siempre trabajando –(no leyendo: pues en media hora mi estómago comienza a tener retortijones; mi respiración se atenúa; mis ojos se cierran a despecho de mi voluntad; y acabo cayendo en el malestar y el dolor;) sino en un activo escribir y componer, o estar en compañía–. …Ahora sé que un cambio de clima y la ausencia de Inglaterra y de un exceso de distracciones caseras eran necesarias para mi*.[38] El problema era que Coleridge podía dejar de leer y de pensar tanto como de comer o beber, y no por mucho tiempo evitó las "distracciones caseras", ni siquiera mediante su viaje al Mediterráneo. Volvió a Inglaterra dos años después, sin haber mejorado su salud, y, después de bus-

[36] CL vol.2, pp. 1131-32, STC to Daniel Stuart 21 April 1804.

[37] Ibid.

[38] CL vol. 2, pp. 1145-46, STC to Daniel Stuart 6 July 1804

car trabajo y arreglar otros asuntos en Londres y en el sur, se dirigió al norte, a la Región de los Lagos, a casa de los Wordsworth. Por una compleja variedad de razones, que Richard Holmes indaga en el segundo volumen de su espléndida biografía,[39] ello le ofreció un breve refugio, pero no solución. La re-creación le eludía, la depresión y adicción le invadieron.

Re-creación era lo que Coleridge buscaba, con cuerpo y alma. La encontró, especialmente en los años de su tardía juventud, en las montañas, en las solitarias escaladas y caminatas; y soñó con ella al leer y bucear en la literatura de viajes de sus primeros años. Su descubrimiento del montañismo como ejercicio espiritual era parte de la transformación que de la experiencia de la naturaleza hizo el Romanticismo: lo sublime. La ayuda de Coleridge, como la del profeta, ciertamente vino de las montañas.

Traducida del inglés por:
Marisa Garayo Orbe

[39] Holmes, *Coleridge: Darker Reflections* (1998)

EL MUNDO VISTO DESDE LO ALTO DEL TEIDE: ALEXANDER VON HUMBOLDT EN TENERIFE

Marie-Noëlle Bourguet
Université Paris 7-Denis Diderot/Centre Alexandre Koyré

El 14 de septiembre de 1806, siete años después de su ascensión al Teide, mientras se ocupa en Berlín de poner sus notas en orden para publicar los resultados de su expedición americana, A. von Humboldt escribe a su antiguo compañero de viaje, el botánico Aimé Bonpland:

> Tengo dudas sobre la salida del sol en el pico. Lo calculo. Escríbeme si recuerdas: 1) ¿Todavía no era de día cuando vimos la cueva de hielo? 2) ¿No vimos el amanecer? [...] 3) ¿No observé los dos bordes del sol con el cronómetro? Encuentro en mis tablas dos números y creo que son la hora del amanecer, o al menos concuerdan bien con esta hipótesis. 4) ¿No llegaste al Cráter a las ocho de la mañana? ¡Respóndeme a eso, mi querido Bonpland![1].

En unas cuantas frases intensas la carta de Humboldt plantea, hacia 1800, una serie de cuestiones respecto a la relación entre ciencia, viajes y escritura: cuestiones acerca del estatuto y el programa del viaje científico (¿qué hace Humboldt en la cima del Teide midiendo al alba el tamaño del disco solar?); cuestiones sobre las formas dadas a la observación de la naturaleza y al registro del viaje, así como sobre los modos de su reproducción en un texto (¿qué

[1] Archivo A. Bonpland (Instituto de Botánica y Farmacología, Facultad de Medicina, Buenos Aires), ms. nº 17: carta de Humboldt a Bonpland, en francés (Berlín, 14-IX-06). Sobre el tema véase la obra de Henri Cordier, *Papiers inédits du naturaliste Aimé Bonpland conservés à Buenos Aires..., Trabajos del Instituto de Botánica y Farmacología. Facultad de ciencias médicas de Buenos Aires* nº 30 (J. Peuser, Buenos Aires 1914).

datos anota Humboldt en su cuaderno y cómo los modela luego en forma de relato?); cuestiones sobre la visión de la naturaleza y sobre la ciencia en que se fundan esas prácticas, y sus relaciones con el movimiento romántico.

El viaje y su conversión en escritura son temas que suscitan desde hace algunos años un interés creciente tanto en el campo de las ciencias sociales como en el de la literatura. Para los antropólogos un tema esencial es el de la experiencia de campo, las condiciones de observación, las formas posibles de su reconstrucción[2]. Entre los teóricos de la literatura la atención se ha centrado en las formas del relato, la tensión entre narración y descripción, el desafío de querer decir el mundo con palabras[3]. Los historiadores de la ciencia han abordado la cuestión del viaje desde la perspectiva del testimonio, de las formas sociales, culturales y técnicas de su validación, y de la construcción de una ciencia "a distancia"[4]. Para una reflexión sobre el conjunto de estos temas, brinda un enfoque interesante la cuestión del relato de viaje científico tal como se plantea en el cambio de siglo (XVIII-XIX), especialmente en y por la obra de Humboldt, es decir, cómo dar cuenta de la experiencia del viajero y a la vez elaborar un saber científico sobre los lugares visitados. En cuanto a la decisión de dirigir aquí la mirada a la estancia de Humboldt en Tenerife, tiene que ver –aparte de la feliz oportunidad que presentaba, geográficamente, la celebración del congreso en el archipiélago canario– con el lugar crucial que ocupa el Teide en el proyecto y escritos del viajero. Apenas unas pocas semanas tras su partida de La

---

[2] Véase, entre una abundante literatura, el enfoque de Gèrard Lenclud, "Quand voir c'est reconnaître. Les récits de voyage et le regard anthropologique" en *Les terrains de l'enquête*. *Enquête*, nº 1 (ed. Parenthèses/EHESS, París 1995) pp. 112-130.

[3] Gerard Genette, "Frontière du récit", en *Figures II* (ed. Du Seuil, París 1979), pp. 49-69; Friedrich Wolfzettel, *Le discours du voyageur. Pour une histoire littéraire du récit du voyage en France, du Moyen Age au XVIIIe siècle* (PUF París 1996); Christine Montalbetti, *Le voyage, le monde et la bibliothèque* (PUF, París 1997). Sobre los vínculos entre novela y relato de viaje científico en el siglo XIX: Anne-Gaëlle Robineau-Weber, *Le roman de conquête scientifique au XIXe siècle en France, Angleterre et aux États-Unis* (Tesis doctoral de la Universidad París IV-Sorbona, 2001, 2 vols.).

[4] Sobre el testimonio: Steven Shapin, *A Social History of Truth. Civility and Science in Seventeenth-Century England* (The University of Chicago Press, Chicago y Londres 1994); Donna J. Haraway, "Modest Witness: Feminist Diffractions in Sciences Studies", en Peter Galison y David J. Stump (eds), *The Disunity of Science. Boundaries, Contexts and Power* (Stanford University Press, Stanford, Ca 1996); Dorinda Outram, "On being Perseus: New knowledge, dislocation, and enlightenment exploration", en David N. Livingstone y Charles W. J. Withers, *Geography and Enlightenment* (The University of Chicago Press, Chicago y Londres 1999), pp. 281-294. Sobre la disciplina y el control del viajero: Marie-Noëlle Bourguet, "La collecte du monde: voyage et histoire naturelle (fin XVIIe siècle-début XIXe siècle)", en Claude Blanckaert, Claudine Cohen, Pietro Corsi y Jean-Louis Fisher (ed.), *Le Muséum au premier siècle de son histoire* (Muséum national d'histoire naturelle, París 1997), pp. 163-196 ; Lorelai Kury, "Les instructions de voyage dans les expéditions scientifiques françaises (1750-1830)", *Revue d'histoire des sciences* 51, nº 1 (1998), pp. 65-92 ; Felix Driver, *Geography Militant. Cultures of Exploration and Empire* (Blackwell, London 2001), cap. 3.

Coruña, el 5 de junio de 1799, Tenerife es la primera escala del viaje de Humboldt y Bonpland, un interludio entre el viejo y el nuevo mundo. Puesto que la isla es la primera región subtropical que visita, y el Teide el "primer volcán activo" que observa, es también para Humboldt la ocasión de una repetición general del programa que asigna a su expedición[5]. Sin embargo, el viajero esperará más de diez años antes de publicar su informe completo de ese episodio, en el segundo capítulo de la *Relation historique* de su expedición, aparecida en 1814. ¿Por qué esa espera? ¿Qué nos enseña acerca de las conexiones entre la experiencia personal del viaje y la elaboración de un saber científico? Espero mostrar que la estancia de Humboldt en Tenerife y su tratamiento, en sus cuadernos de viaje y luego en la *Relation historique*, revelan en él una singular relación con los lugares visitados y una voluntad de renovar tanto la práctica del viaje como su escritura, para hacer de ellos los instrumentos de una ciencia global e integral de la Naturaleza[6].

Imaginación, historia, ciencia: el viaje anticipado

Cuando la corbeta *Pizarro* llega a Tenerife, el 19 de junio de 1799, la isla dista de ser una tierra desconocida. Humboldt confía a su diario:

---

[5] Alexander von Humboldt, *Relation historique du voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent...*, (París 1814-1825, 3 vol.; reimpr. F. A. Brockhaus, Stuttgart 1970), 1: p. 148. Sobre el programa y los preparativos de su expedición: Marie-Noëlle Bourguet, "La république des instruments. Voyage, mesure et science de la nature chez Alexandre de Humboldt", en Marie-Claire Hoock-Demarle, Étienne François et Michael Werner (ed.), *Marianne–Germania. Deutsch-französischer Kulturtransfer im europäischen Kontext* (Leipziger Universitätsverlag, Leipzig 1998), pp. 405-436.

[6] Entre la abundante bibliografía sobre Alexander von Humboldt señalemos: Malcolm Nicolson, "Alexander von Humboldt and the geography of vegetation", en Nicholas Jardine y Andrew Cunningham (ed.), *Romanticism and the Sciences* (Cambridge University Press, Cambridge 1990), pp. 169-185 ; Mary Louise Pratt, *Imperial Eyes.Travel Writing and Acculturation* (Routledge, London y New York 1992); Michael Dettelbach, "Global physics and æsthetic empire: Humboldt's physical portrait of the tropics", en David Philip Miller y Peter Hanns Reill (ed.), *Visions of Empire. Voyages, Botany and Representations of Nature* (Cambridge University Press, Cambridge 1996), pp. 258-292 ; Id., "Humboldtian science", en Nick Jardine, J. A. Secord y Emma C. Spary (ed.), *Cultures of Natural History* (Cambridge University Press, Cambridge 1996), pp. 287-304 ; Emmanuel Saadia, "Tableaux géographiques d'Alexandre de Humboldt", en Jean-François Staszak (ed.), *Les discours du géographe* (L'Harmattan, París 1997), pp. 69-88; Anne Marie Claire Godlewska, "From Enlightenment vision to modern science? Humboldt's visual thinking", en Livingstone y Withers, *Geography and Enlightenment*, pp. 236-280; Nicolas Rupke, "A geography of Enlightenment: the critical reception of Alexander von Humboldt's Mexico work", *ibid*., pp. 319-343; Sébastien Velut, "Nouveau monde, nouvelle géographie", en Thomas Gómez (bajo la dir.), *Humboldt et le monde hispanique* (Publicaciones del Centro de investigaciones ibéricas e iberoamericanas de la Université de Paris X-Nanterre, Nanterre 2002), pp. 31-42.

> Desde mi juventud he soñado con pisar esta isla, y mi deseo creció más aún tras mi viaje con George Forster. [...] El célebre explorador de las islas paradisíacas de los mares del sur [...] contaba que el tiempo que había pasado en Tenerife le había resultado tan encantador como el de su estancia tahitiana. [...] A menudo, por la tarde, mientras navegábamos por el Rin, lo interrogaba...[7]

Nunca sabremos cómo era la evocación de Forster, pues las páginas siguientes del diario –29 a 32 en la paginación de Humboldt– fueron recortadas cuidadosamente. Al margen, Humboldt añadió de su mano, sin mencionar fecha, este comentario de autocrítica: "*Todo eso es un malentendido: él nunca vino aquí; es de Madeira de lo que hablaba.*"[8] De hecho, fue en Madeira y no en Tenerife donde James Cook hizo escala en 1772, con ocasión de su segunda expedición hacia los mares del sur, con los botánicos Johann y George Forster a bordo.

Por fastidiosa que haya podido ser para Humboldt esa falsa reminiscencia, el episodio merece atención desde el punto de vista de la construcción imaginaria del viaje, de su anticipación. Muestra cómo el mero nombre de Tenerife era suficientemente famoso y evocador a finales del XVIII como para que las expectativas de los viajeros estuvieran ya previamente modeladas. Ese falso recuerdo obliga a Humboldt a reconocer que, incluso en los lugares más apartados, el mundo no se ofrece a la mirada de un modo inmediato; que no hay tierras vírgenes que no estén ya fabricadas, en el imaginario de los viajeros, por una sucesión de mitos, imágenes, descripciones antiguas o modernas. En el caso del Teide, tantos viajeros habían mencionado ya la belleza del cono volcánico, con su cima de pan de azúcar elevándose abruptamente sobre el océano, que esa maravilla se había convertido hacía ya tiempo en un clisé de la literatura marítima, a la vez que en un objeto de especulación para los filósofos de la naturaleza[9]. Humboldt, ade-

---

[7] Los cuadernos manuscritos donde Humboldt anotó los primeros meses de su expedición se hallan en la Deutsche Staatsbibliothek zu Berlin, Handschriftentabeilung (Tagebücher Alexander von Humboldt). Una trascripción de esos cuadernos, con profusas anotaciones, ha sido publicada recientemente por Margot Faak: *A. Von Humboldt, Reise durch Venezuela. Auswahl aus den amerikanischen Reisetagebüchern*, ed. por Margot Faak (Akademie Verlag, Berlín 2000).

[8] Humboldt, *Reise*..., p. 82. Agradezco a Harald y Raymond Seckel la preciosa ayuda aportada en la traducción al francés de las notas de Humboldt sobre Tenerife.

[9] Citemos, por ejemplo, el relato de Robert Challe, a finales del XVII: "*Como hemos estado toda la jornada a la vista de ese pico de las Canarias, que en sí mismo está hecho de pan de azúcar, nos ha dado tema para hablar. La base brinda a los ojos un paisaje muy bello, pleno de verdor, y casas repartidas por doquier sin simetría ni alineamiento. [...] El resto del pico está todo blanco, y se lo tomaría por un bloque de mármol si la naturaleza pudiera formar uno tan enorme. Hemos hablado de Aristóteles y Descartes a propósito de tal blancura, que no es sino la nieve que siempre la cubre. Pero le pregunté a M. Charmot, uno de nuestros expedicionarios, por qué las mantañas tan altas están cubiertas de nieve todo el año.*" Robert Challe, *Journal d'un voyage fait aux Indes orientales* (1690-91), 2 vols., (ed. Mercure de France, París 1983), vol. 1, pp. 93-96.

más, lo reconoce pronto. Anota: "*Desde la época de los griegos y los romanos Tenerife es célebre por su aspecto. Y en nuestros días, casi todos los viajeros alrededor del mundo la evocan en su ruta hacia el cabo de Buena Esperanza*."[10] Haya sido tomada como destino y objeto de estudio –caso de la expedición cartográfica de Borda en 1776– o como simple escala, caso de las grandes expediciones marítimas de fin de siglo –como la tercera de Cook en 1776 o las de La Peyrouse en 1785 y d'Entrecasteaux en 1791–, el archipiélago canario fue visitado en numerosas ocasiones por los navegantes europeos a lo largo del siglo XVIII. Hasta el punto, incluso, de que la ascensión al Teide se convirtió en una especie de paso obligado para todo viajero ilustrado, como constataba con ironía uno de los oficiales de d'Entrecasteaux, Jacques Malo La Motte du Portail: "*¿Estamos en Tenerife? Hay que ir al Pico. ¿Llegamos al Cabo? Hay que subir a la Mesa.*"[11]

Al decidir en 1797 abandonar su puesto en la Administración de Minas y consagrar su vida a recorrer el mundo "como naturalista vagabundo", Humboldt era muy consciente de que con las expediciones de Cook, Bougainville, La Pèrouse y otros navegantes de finales del XVIII, había concluido el tiempo de la aventura y el descubrimiento. Cierto es que quedaban por rellenar espacios en blanco en los mapas de los continentes, y completar el catálogo de la fauna y la flora –a lo que esperaba contribuir junto con Bonpland, añadiendo mediante sus investigaciones "*nuevas especies a las ya descritas*"[12]. Pero el reto esencial del viaje científico ya no se hallaba, a su parecer, en descubrimientos puntuales, aislados: más bien, al levantar acta de que el mundo era desde entonces finito y de que cualquier viajero sería llevado algún día a inscribir sus pasos en los de sus predecesores, era preciso definir de otro modo el objetivo del viaje. Tenerife constituía de entrada el caso de una tierra revisitada con frecuencia. Más adelante contará:

> Un solo camino conduce al volcán. Es el que siguieron el padre Feuillée, Borda, M. Labillardière, Barrow y todos los viajeros que no han podido permenecer mucho tiempo en Tenerife. La excursión al Pico es como las que se hacen corrientemente en el valle de Chamouni y en la cima del Etna, donde es forzoso seguir a los guías; por todas partes no se ve sino lo que ya han visto los demás viajeros.[13]

¿Qué puede significar desde entonces, para un físico o un naturalista, desembarcar en Tenerife, si se encuentra condenado a "ver lo que ya se ha visto"? La fórmula parece desencantada, señalando el principio de una época abocada a la repetición, a lo *déjà vu*. Tal es, por ejemplo, el punto de vista de un

---

[10] Humboldt, *Reise*..., p. 81.

[11] "Journal de mer de la Motte du Portail", citado en Hélène Richard, *Le voyage de d'Entrecasteaux à la recherche de Lapérouse* (CTHS, París 1986), p. 88.

[12] Humboldt, *Relation historique*..., p. 3.

[13] *Ibid*., 1, p. 16.

marino como Nicolás Baudin, quien al partir hacia los mares australes hace escala en la isla algunos meses después de Humboldt y declara inútiles, o mera curiosidad, las excursiones que quieren emprender los científicos de a bordo: "*Como los lugares que han visitado, o más bien, recorrido, son ya muy conocidos, las notas que han podido tomar sólo son útiles para ellos*"[14]. No es ese el propósito de Humboldt, puesto que en el programa de su viaje la novedad del itinerario y la rareza de las muestras recogidas importan menos que el tipo de observaciones efectuadas, la precisión de las medidas verificadas y, sobre todo, el estudio de las relaciones entre los fenómenos.

> Prefiriendo siempre al conocimiento de los hechos aislados, aunque novedosos, el del encadenamiento de los hechos observados desde antaño, el descubrimiento de un género desconocido me parecía mucho menos interesante que una observación sobre las relaciones geográficas de los vegetales, sobre las migraciones de las plantas sociales, sobre la altitud límite en la que habitan las diferentes tribus.[15]

Hay pues en todo viaje una parte de historia y reiteración, deliberadamente asumida por Humboldt: el territorio es para él, de entrada, un territorio revisitado. Así, en la cordillera de los Andes, eligió seguir las huellas de Pierre Bouguer y de Charles Marie de La Condamine, los académicos franceses enviados al Perú en 1735, a fin de reproducir, verificar y completar sus observaciones y medidas. Como le explica entonces a su hermano, la novedad del viaje no atañe tanto a los montes a los que asciende cuanto a las mediciones que puede realizar en su cima:

> He llegado dos veces, el 26 y el 28 de mayo de 1802, al borde del cráter del Pichincha. [...] La Condamine [...] llegó allí sin instrumentos y no pudo quedarse sino doce minutos a causa del excesivo frío reinante. Yo conseguí llevar mis instrumentos, tomé las medidas que interesaba conocer y recogí aire para analizarlo.[16]

Lejos de constituir un motivo de desencanto, la historia de los viajes antiguos se convierte en una incitación a nuevas salidas, exigencia de preguntas y curiosidad renovadas: al visitar y mirar de otro modo los mismos lugares es como el viajero puede pretender nuevos descubrimientos.[17] También es

---

[14] Nicolas Baudin, *Mon voyage aux terres australe. Journal personnel du commandant Baudin*, editado por J. Bonnemains (Imprimerie nationale, París 2001), p. 125.

[15] Humboldt, *Relation historique*, 1, p. 3.

[16] A. von Humboldt, *Briefe aus Amerika*, 1799-1804, ed. Ulrike Moheit (Akademie Verlag, Berlín 1993), p. 209 (carta a su hemano Wilhelm, 25-XI-02). Véase al respecto: M.-N. Bourguet y Ch. Licoppe, "Voyages, mesures et instruments: une nouvelle expérience du monde au siècle des lumières", *Annales. Histoire, Sciences sociales* 52, nº 5 (1997), pp. 1115-1151 (en particular, pp. 1126-1128).

[17] Humboldt, por lo demás, no es el único en constatarlo. En esa misma época, citando al mineralogista Dolomieu ("*Al hablar de Sicilia, un hombre instruido dijo que ese país, uno de*

una constatación en forma de programa lo que lleva a Humboldt a Tenerife: "*En ninguno de esos relatos (antiguos) he visto nunca la descripción de la Naturaleza, la forma de las montañas, el crecimiento de las plantas, es decir, todo lo que sirve para caracterizar la isla.*"[18] Revisitar esos lugares a fin de captar allí la naturaleza en su totalidad, tomar el mundo físico (la forma de las montañas, la calidad del aire) y el mundo vegetal (el crecimiento de las plantas) con una perspectiva de conjunto, ahí está ya el objetivo que se había marcado al dejar Europa. "*Lo que tengo en mente es la armonía de las fuerzas convergentes, la influencia de la materia inanimada sobre los reinos animal y vegetal*".[19]

Escala en Tenerife: sobre el terreno.

"*Pasamos seis días en Tenerife, Santa Cruz, Laguna, Puerto Orotava y pico Teide*".[20] En los cuadernos de Humboldt, los datos que conciernen a su estancia canaria –alrededor de 40 páginas, apresuradamente redactadas en alemán, con una escritura minúscula y afilada, difícil de descifrar– no permiten reconstruir fácilmente ni la cronología ni los detalles de su actividad en la isla. Además, las notas se encuentran dispersas en tres cuadernos diferentes. En el primero, el que llevaba en Tenerife y durante los primeros meses de su expedición, se encuentran, mezcladas a voleo, anécdotas, mediciones, observaciones geológicas y botánicas. Aparte de algunas fechas (el día y hora de su llegada a Santa Cruz) la mayoría de esas notas parecen haber sido escritas al final de la estancia, en el momento de dejar la isla, o tras su partida, durante la travesía a América. Escribe, en efecto: "*En estos días me he preguntado tantas cosas que ahora temo olvidarme de muchas.*

---

los más interesantes del universo, era posiblemente uno de los menos conocidos, a pesar de los numerosos informes que se han hecho de él"), el naturalista Bory de Saint-Vincent juzga que la anotación podría aplicarse muy bien al archipiélago canario: "*Aunque se haya escrito mucho sobre esas islas y que se hayan redactado múltiples informes, sabemos muy poco de ellas; nos hallamos muy lejos de tener respecto a ellas una serie de nociones precisas y completas: lo que se ha contado de cierto, disperso en obras escritas en diversas lenguas, y de las que pocas se leen, mezcladas con hechos anecdóticos, exageraciones ridículas y groseros errores, es necesario reunirlo bajo una nueva luz y reducirlo a su justo valor.*" (Bory de Sain-Vincent, *Essais sur les Isles Fortunées et l'antique Atlantide, ou Précis de l'histoire générale de l'archipel des Canaries* [Baudouin, París an XI], pp. 1-2).

[18] La introducción de la *Relation historique* (I, p. 4) recuerda esa intención inicial del viajero: "*Cuando comencé a leer la gran cantidad de viajes que componen una parte tan interesante de la literatura moderna, lamenté que los viajeros más instruidos en las ramas particulares de la historia natural hubiesen reunido raramente conocimientos lo bastante variados como para aprovechar todas las ventajas que ofrecía su posición.*"

[19] Carta a von Moll, 5-VI-99, citada en *Lettres américaines d'Alexandre de Humboldt, 1798-1807*, Ernest-Théodore Hamy (ed.), Guilmoto, París 1905, p. 18.

[20] Humboldt, *Reise*..., p. 81.

Así que simplemente voy a transcribir en el papel este material bruto, de manera desordenada y presurosa".[21] Así, el *Tagebuch* no es, propiamente hablando, un cuaderno de campo, si entendemos por ello las notas tomadas sobre el terreno en el momento. Apenas sabemos, por lo demás, si Humboldt tuvo alguna vez un cuaderno así. Todo lo más, encontramos a veces entreveradas en las páginas de uno de los cuadernos alguna hoja volandera, con notas, o más frecuentemente, con mediciones, escritas a lápiz: huellas únicas, quizás, de un registro inmediato. En el resto la escritura del cuaderno responde a un enfoque retrospectivo.

***

En cuanto a los pasajes sobre Tenerife que encontramos en otras partes, especialmente en los cuadernos nº III y IX de su clasificación personal, no tienen nada de cuaderno de campo, sino que remiten más bien al trabajo de gabinete o de biblioteca. Se trata de una compilación de notas extraídas de relatos de viajeros anteriores (Feuillée, Borda, Cook, etc.), de artículos de revistas científicas (*Philosophical Transactions*, *Journal de Physique*, *Bergmännisches Journal*, etc.), y de obras de historiadores locales, en especial, del abad Viera, de quien transcribe o abrevia numerosos pasajes.[22] Hay también algunas páginas de escritura más cuidada, sin duda el esbozo de una redacción inicial. Algunas indicios invitan a datar el conjunto de esas notas en el último año de su expedición ("*México, mayo de 1803*") o incluso del viaje de retorno ("*en altamar, rumbo a Filadelfia, mayo de 1804*"), justo antes de su regreso a Europa ("*donde llegamos hoy* [1804]")[23]. Humboldt asigna a sus *Tagebücher* una doble función: a la vez cuadernos de ruta, pautados por el registro más o menos cotidiano de las etapas ("*el 19 de junio por la mañana, en la rada de Santa Cruz...*"), y cuadernos de trabajo, en los que consigna datos de todo tipo –observaciones nuevas, lecturas, comienzos de redacción–, una especie de fichero abierto, enriquecido y completado sin cesar. La presencia de subtítulos añadidos ("*Nieve*", "*Volcanes*", "*Guanches*", etc.), así como el uso de símbolos escritos al margen que sirven para marcar ciertos pasajes para ligarlos a otros, muestran que Humboldt dominaba bastante bien el aparente desorden de sus cuadernos, donde depositaba la materia de su trabajo y su reflexión. Entre el terreno y la biblioteca no hay solución de continuidad[24].

---

[21] *Ibid*., p. 81.

[22] José de Viera y Clavijo, *Noticias de la historia general de las Islas Canarias* (Madrid 1772-83, 4 vols.; reed. por Goya Ediciones, Santa Cruz de Tenerife 1950-52, en 3 vols.)

[23] Humboldt, *Reise*, p. 97.

[24] En el prefacio de la *Relation historique* el viajero vuelve sobre esa práctica de la escritura, y sobre la manera en que usaba su cuaderno cuando viajaba, o cuando acampaba en algún lugar: "*He descrito muy regularmente, y casi siempre sobre el terreno mismo, las excursiones hacia la cima de un volcán o de algún otro monte notable por su altitud: pero la redacción de mi diario se ha interrumpido cada vez que he pasado una temporada en una ciudad o cuando*

¿Cómo leer esas notas, si queremos buscar en ellas las huellas de una manera de viajar, de trabajar? Su mera factura ya resulta especialmente interesante a la hora de reflexionar sobre la relación entre la práctica del viaje y el dispositivo de conocimiento. Por su aspecto denso, sobrecargado de correcciones y añadidos, esas páginas se hallan más cercanas visualmente al espacio de un mapa, que presenta a la vista un conjunto de informaciones sobre un lugar geográfico, que a la dimensión lineal y temporal de un relato de viaje: como en un mapa, reclaman un modo de lectura sincrónico, una percepción global de los datos compilados en la página[25]. Por otra parte, el material acumulado en esos cuadernos permite percibir el proceso de recopilación y selección: ¿qué es lo que merece ser anotado por la experiencia del viajero, de entre sus impresiones y percepciones? Algunos puntos son especialmente significativos para la reflexión sobre las relaciones entre ciencia y viajes a principios del siglo XIX, y sobre el lugar de Humboldt en el movimiento romántico de su época: la parte concedida a la subjetividad y a las impresiones sensoriales del viajero; el papel de las mediciones y de la cuantificación; el modo de articular, en fin, unas y otras para elaborar una ciencia de la naturaleza global e integral.

Mientras esperaba en el puerto de Santa Cruz la autorización para desembarcar, Humboldt sólo puede percibir fugazmente el pico Teide: "*El pico sólo nos resultó visible durante algunos minutos, cuando estábamos ya ante el muelle de Santa Cruz. Pero esos pocos minutos me procuraron una visión grandiosa y sobrecogedora [...] La mañana era gris y húmeda [...], cuando de repente el manto de nubes se desgarró; a través de la abertura apareció el cielo de un azul adorable. Y en medio de ese azul, como si no formara parte de la tierra, como si se abriera la perspectiva hacia un mundo extraño [...], se nos apareció el pico Teide en toda su majestad*".[26] Notables por su emoción poética, las palabras elegidas por Humboldt para expresar su percepción del cielo –"*in lieblicher Bläue*"- son tanto más impactantes para un lector moderno en cuanto que son las mismas con las que Hölderlin iniciaría pocos años después uno de sus poemas más célebres[27]. El romanti-

---

otras ocupaciones me impedían continuar [...]. Entregándome a ello yo no tenía otro objetivo que conservar algunas de esas ideas dispersas que se le ocurren a un físico que pasa casi toda su vida al aire libre, reunir provisionalmente una multitud de hechos que no tenía tiempo para clasificar, y describir las primeras impresiones agradables o penosas que recibía de la naturaleza y de los hombres". (*Relation historique*, 1, pp. 28-9).

[25] Véase sobre ese tema el análisis de los cuadernos de los ingenieros topógrafos de la expedición a Egipto, en Valeria Pansini, *L'œil du topographe et la science de la guerre. Travail scientifique et perception militaire, 1760-1820*. (Tesis doctoral de la EHESS, París, 2002), pp. 283-4.

[26] Humboldt, *Reise*, p. 81.

[27] Friedrich Hölderlin, *Oeuvres*, bajo la dirección de Philippe Jaccottet (Gallimard, París 1967, Biblioteca de la Pléiade, 191) pp. 937-41, "En bleu adorable", traducido por André Du Bouchet (1ª edición alemana de ese texto -datado generalmente alrededor de 1807- en 1823, inserto en *Phaëthon* de Wilhelm Waiblinger).

cismo de esta descripción, incongruente para nosotros en el cuaderno de un científico, revela la posición epistemológica adoptada por Humboldt: en vez de rechazar o sospechar de la impresión de sus sentidos impregnada de subjetividad, el viajero, por el contrario, convierte la experiencia sensible en un dato de campo a tener en cuenta, siendo a la vez un acceso directo al mundo y una primera etapa en la elaboración del conocimiento. Superando la dualidad kantiana entre sujeto y objeto, comprende que sus sentidos sean un instrumento de mediación entre el mundo exterior y el sujeto cognoscente, y sus percepciones un medio para explorar las relaciones entre el hombre y la naturaleza[28].

Admitido esto, nos extraña que haya pocas anotaciones en el diario semejantes a las de la primera mañana, y eso a pesar de que Humboldt declara haber vivido en Tenerife "*los días más plenos del delicioso goce de su vida, de momentos placenteros*"[29]. Una anotación del diario, reflexión sobre su modo de consignar los detalles del viaje, sugiere una explicación de esa relativa escasez: "*Mi imaginación va a permanecer durante muchos años todavía bastante encendida como para reconstruir una imagen de con - junto que no sea incompleta, y que permita a otros compartir una parte de la alegría que esa gran y tan dulce y suave naturaleza nos reserva*"[30]. No es, por tanto, por causa de ningún rechazo ni sospecha hacia sus impresiones por lo que Humboldt desdeña anotar cada una en detalle, sino, al contrario, porque las imagina grabadas en su imaginación de manera tan viva e intensa como para poder recuperarlas y movilizarlas a voluntad. Por sí solo, ese postulado pone en evidencia la complejidad de las relaciones que se dan en Humboldt -como generalmente en todo viajero y especialmente en todo viajero científico de la época- entre la experiencia vivida y su consignación por escrito, entre las impresiones recibidas y su traducción científica.

Por contraste, el cuaderno le otorga un lugar de honor a las cifras, medidas y cálculos de todo tipo efectuados por el viajero durante su estancia. Nada extraño hay en ello, puesto que, como ya hemos visto, donde Humboldt sitúa la novedad de su viaje no es ni en el itinerario seguido ni en la recopilación de muestras dispersas, sino en las operaciones de medición sistemáticamente realizadas. Así, lo vemos sobre el puente del barco poner sus instrumentos en funcionamiento, a la espera de desembarcar: "*Para ocu -*

[28] Para una valoración muy semejante de la experiencia visual en Goethe, véase el estudio de Jean-Marc Besse, *Voir la terre. Six essais sur le paysage et la géographie* (Actes Sud/ENSP/Centre du Paysage, 2000), pp. 73-94. Sobre la importancia de la visión como instrumento de conocimiento en el romanticismo alemán: Roland Recht, *La lettre de Humboldt* (C.Bourgois, París 1989), pp. 17-25. Sobre la relación de Humboldt con la filosofía de Kant, cf. Saadia, art. cit. Notemos que muchas de la impresiones y descripciones esbozadas en el diario son retomadas por Humboldt en su correspondencia de viaje, especialmente en las cartas a su hermano.

[29] Humboldt, *Reise*, p. 81.

[30] *Ibid*.

parme en algo hice algunas mediciones decisivas con mi cronómetro de Berthoud [...]. La mañana del 19 de junio (1° messidor), medí la posición del sol con mi sextante Ramsden"[31]. Como sabemos, la medida de la longitud y la determinación de la situación de las Islas Canarias, en particular la de la isla del Hierro, que sirvió de meridiano origen en los albores de la edad moderna, fueron durante siglos un problema crucial para la navegación oceánica. Lo eran aún en la época de Humboldt, en un momento en que los avances técnicos (la invención del cronómetro por John Harrison en Inglaterra, Pierre Lenoir y Louis Berthoud en Francia) permitían por fin un control preciso y fiable de las longitudes de las posiciones. Humboldt, equipado con los mejores instrumentos (que designa con el nombre de su inventor, como para dar más validez a sus mediciones: "*mi cronómetro de Berthoud*"), inscribe así directamente su viaje en la ciencia de su tiempo. Como prueba de ello, una página de su cuaderno, redactada tardíamente y titulada "*Continuación de mi viaje a Tenerife*", en la que compila notas de lectura para confrontar sus mediciones con los resultados obtenidos por otros viajeros y navegantes: "*Cook cree que la rada de Santa Cruz estaría a 14' 30" más al Oeste que la medida de D. J. Varela (el compañero de Borda). Pero Córdoba (*Relation, *p. 9) observa que el cronómetro de Cook cometía siempre errores hacia el oeste...*"[32]. Solo repitiendo las mediciones sobre el terreno y comparándolas con los resultados obtenidos por otras personas, o por medio de otros instrumentos, podrá obtenerse un mapa preciso y fiable de la posición del archipiélago.[33]

Mediciones, pues, en todo lugar y en todo momento, tanto en la tierra como en el mar: al igual que el navegante debe conocer la posición exacta de las tierras que encuentra, el naturalista físico, como lo es Humboldt, no se permite efectuar una observación o recoger una muestra de planta o de roca sin preocuparse, al mismo tiempo, de determinar la localización, y en el caso de que no fuese posible, la altitud. Sabemos que la conquista de las montañas es en el siglo XVIII algo reciente y que sus cimas forman para los sabios y filósofos de la naturaleza un territorio reservado, el privilegiado

---

[31] *Ibid*., p. 82. En la edición impresa de los diarios de Humboldt, las menciones de cifras y medidas no están siempre transcritas en su totalidad; se trata, aquí, de cálculos de longitud y de una discusión sobre la posición exacta de la isla en relación a los meridianos de París, Cádiz y Madrid.

[32] *Ibid*., p. 87.

[33] El pasaje correspondiente de la *Relation historique* aporta las conclusiones obtenidas por Humboldt de sus mediciones : "Esperamos largo rato y con impaciencia a *que el gobernador de la plaza nos diese el permiso para descender a tierra. Yo empleé ese espera en hacer las observaciones necesarias para determinar la longitud del muelle de Santa Cruz, y la inclinación de la aguja imantada. El cronómetro de Louis Berthoud marcó, para la primera 18° 33' 10". Esta posición difiere de 3 a 4 minutos de arco respecto a las observaciones obtenidas anteriormente por Fleurieu, Pingré, Borda, Vancouver y La Peyrouse. [...] Estos datos prueban que las longitudes que el capitán Cook atribuyó a Tenerife y al cabo de Buena Esperanza son, con mucho, demasiado occidentales.."(Relation historique,* 1, p. 102).

dominio de sus observaciones, experiencias y mediciones[34]. Desde los Alpes a la Cordillera, pasando por los Pirineos o el pico del Teide, la altitud de las cumbres más altas no está determinada aún con exactitud: ¿Acaso no se consideró el volcán canario –Buffon aún lo cree así– como una de las más altas montañas del mundo? Con toda seguridad, Humboldt tenía la intención de aprovechar su paso por Tenerife para llevar a la cima del pico su barómetro y comparar sus observaciones con las medidas angulares efectuadas por Borda en 1776 y con la determinación de niveles iniciada en 1785 por el naturalista Monneron. Pero el mal tiempo y lo breve de la escala le obligaron a dejar a bordo una parte de su material, en particular sus grandes barómetros y su brújula de inclinación, y a desembarcar sólo con su "sextante-tabaquera" (nombre que él da a un pequeño sextante de Throughton, equipado con una lente), su cronómetro y un termómetro[35].

No por ello, como atestiguan las preguntas dirigidas a Bonpland en la carta citada al comienzo, Humboldt renunció a hacer la ascensión al pico y a efectuar las mediciones en su cumbre. Pero aquí faltan las hojas del cuaderno (¿quizás se trate de las "tablas" a las que alude en su carta?[36]), y es necesario entonces recurrir a la *Relation historique* para encontrar una explicación a lo que hace en la cima del volcán, provisto de su sextante y de su reloj: "*Deseaba poder observar exactamente el instante de la salida del sol a una altitud tan considerable como la que habíamos alcanzado en el pico de Tenerife. Ningún viajero, pertrechado de instrumentos, había hecho aún tal observación. Tenía unos binoculares y un cronómetro cuyo funcionamiento yo conocía con mucha precisión*[37]" Medir el espectáculo

---

34 Sobre el papel de la cuantificación y del recurso a la medición en los viajes científicos del siglo XVIII: Bourguet y Liccope, "Voyages, mesures et instruments"; Marie-Noëlle Bourguet, "Landscape with numbers. Natural history, travel and instruments, mid-18th–early 19th centuries", en Marie-Noëlle Bourguet, Christian Licoppe y H. Otto Sibum (ed.), *Science, Travel, and Instruments. The Itineraries of Precision in Natural Sciences, 18th-20th centuries* (Routledge, Londres 2002), pp. 96-125.

35 Cf. *Relation historique* (1, p. 105) : "*La resaca del mar no nos había permitido volver a bordo durante la noche a recoger los barómetros y la brújula de inclinación. Como preveíamos que nuestro viaje al pico iba a ser muy precipitado, nos consolamos fácilmente por el hecho de no exponer los instrumentos, que habían de servirnos en situaciones menos conocidas para los europeos*".

36 Es posible también que estas páginas hayan sido arrancadas y trasladadas a otro de sus cuadernos, o mezcladas con el resto de sus notas y de su correspondencia. En su estado actual, el cuaderno contiene, sobre todo, notas de lecturas, cuidadosamente recopiladas por Humboldt, situadas en el lugar de las medidas que él no pudo efectuar para calcular la altitud del pico: "*Sobre la altura del pico, v[éase] Zach, Monatliche Correspondenz, 1800, abril, nota, etc.*" *(Reise,* pp. 87-8*)*. Todo el párrafo es una especie de recapitulación de las medidas y cálculos de sus predecesores, Feuillée, Cassini, Bouguer, Heberden, Borda, Lamanon, Monneron, Johnstone, etc. Finalmente, la medida más exacta y precisa que Humboldt escoge, en su *Relation historique*, es la de Borda.

37 Humboldt , *Relation historique*, 1, pp. 126-7.

del sol surgiendo de entre los mares, y al mismo tiempo observar los fenómenos que lo acompañan (la refracción de los rayos, la formación de la bruma, la visibilidad del horizonte): se trata de nuevo de ponerle cifras a los fenómenos percibidos por los sentidos, a fin de encontrar la ley. "*Percibimos el primer borde a las 4h 48' 55" en tiempo verdadero...*".

Este ejemplo demuestra que percibir y medir van unidos en la práctica de Humboldt. De hecho, numerosas mediciones que ha consignado en su cuaderno están en relación con impresiones visuales o sensoriales que ha sentido. Sin pretender hacer un análisis detallado, un ejemplo bastará para indicar cómo estas notas pueden ayudar a obtener información de un proceso o reconstruirlo: es el caso de las observaciones de temperatura y humedad de la atmósfera. Con mucha frecuencia a lo largo del cuaderno, se leen observaciones como las que siguen, anotadas en las primeras horas de su llegada a Santa Cruz: "*En las estrechas calles transversales, entre los muros de los jardines, hojas colgantes de palmeras y bananos forman corredores en arco, llenos de sombra: un refresco para el europeo que acaba de desembarcar y al que el aire del país le parece insoportablemente caliente. En plena mar, teníamos la mayor parte del tiempo una temperatura de 16 a 17 grados; al sol el termómetro subía apenas dos grados más a causa del viento que cambia las capas de aire antes de que se recalienten.*"[38] Estas observaciones conducen a Humboldt a comparar la temperatura del aire y la del agua, contraponiendo las indicaciones de su termómetro a sus sensaciones corporales: "*¡Cuántas veces el aire está a 15 grados mientras que el agua está a 17! Si se sumerge la mano en el agua se tiene siempre la sensación de que el cuerpo que gotea parece más frío que el cuerpo elástico*". Con el objeto de explicar por qué "*el agua parece más fría que el aire*" y por qué, casi a la misma temperatura, "*el aire húmedo del mar está siempre más fresco que el aire seco de la tierra*", Humboldt se lanza a una larga especulación sobre la conductividad de las terminaciones nerviosas de la piel ("*Ningún termómetro es suficientemente fino y preciso como para penetrar en este envoltorio*"), pero el razonamiento, una vez más se interrumpe bruscamente con la escritura al margen de una exclamación debidamente fechada: "*desgraciadamente falso, 1820*" y advirtamos que el viajero no se ha preocupado, aquí, de arrancar las páginas censuradas. Pues la teoría podría devenir falsa: los hechos observados quedan, como un material en espera de descifrarse, una pista abierta para captar las dependencias entre el hombre y el mundo que habita. "*Este razonamiento, como otros, debe añadirse más abajo en relación al clima y a su influencia sobre el género humano*", añade al margen. Para llevar hacia adelante parejamente la exploración del mundo natural y la exploración de sí mismo, Humboldt hace de la cuantificación un instrumento de investigación privilegiado.

[38] Humboldt, *Reise*, p. 84. Algunos días antes, al acercarse a Tenerife, Humboldt había anotado: "*El cielo está claro, pero a causa del viento de noreste el sol es débil*" (*Ibid*., p. 79).

Fig. 1. Alexander von Humboldt con su herbario.

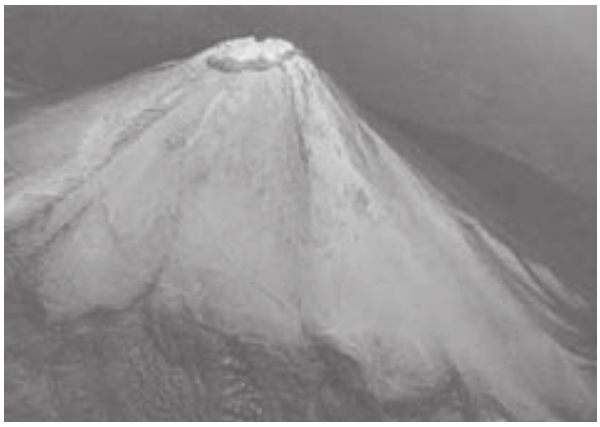


Fig. 2. Vista del cráter del Teide.

Fig. 3. Vista del Teide desde el valle de La Orotava

Fig. 4. Bananeras, palmeras y plumeros

Fig. 5. Caja de instrumentos usada por Humboldt

Escribir el viaje: el mundo visto desde el pico del Teide

"*El 19 de junio de 1799 anclamos en la rada de Santa Cruz de Tenerife*". En los cuadernos escritos hacia el final de la expedición, en 1803 o 1804, se encuentra –ya lo he mencionado- una página claramente distinta de las otras. Primero, porque no está escrita en alemán como las anteriores, sino en francés: después de cuatro años de viaje en compañía de Bonpland, Humboldt ya está familiarizado con la lengua francesa. Asimismo, se puede suponer que desde ese momento ha escogido el francés como lengua de sus futuras publicaciones. Además, porque esta página, titulada "*Estancia en la isla de Tenerife. Viaje al pico del Teide*", está redactada de manera cuidadosa, lo cual contrasta con el estilo habitual, breve y apresurado. Todo hace pensar que se trata de un esbozo de relato, vertido al papel sin esperar su vuelta a Europa, de acuerdo con el plan general que él había anunciado en una carta dirigida a uno de sus amigos, el botánico Willdenow, con fecha 21 de febrero de 1801, desde La Habana: "*Tengo la idea de presentar mis observaciones al lector en diferentes volúmenes, dado que mi viaje abarca muchos temas, que pueden no interesar todos al mismo lector. [...] Mi narración del viaje propiamente dicho, por ejemplo, no contendrá más que lo que pueda interesar a todo hombre cultivado; las observaciones físicas y morales, las condiciones generales, el carácter de los pueblos indios, las lenguas, las costumbres, el comercio de las colonias y de las ciudades, el aspecto del país, la agricultura, la altura de las montañas (sólo los resultados), la meteorología*"[39]. Relatar el viaje: ¿qué es lo que esto significa? ¿Cómo combinar en un mismo género literario la narración de una experiencia personal, con su parte de anécdotas y de emociones, y un informe científico del trabajo realizado, compuesto por tablas astronómicas, descripciones de plantas y minerales, de mediciones atmosféricas?

Esta es, sin duda, una dificultad que antes de Humboldt, habían encontrado ya muchos viajeros científicos. En 1700, Tournefort hizo de su misión en el *Levant* una descripción "en archipiélago", que alterna el relato de la navegación de isla en isla y, en cada escala, el inventario descriptivo de la flora, como si quisiera reproducir el ritmo y el modo mismo del viaje[40]. A lo largo del siglo XIX, el creciente éxito de la literatura de viajes entre el público y la progresiva especialización disciplinar de las ciencias contribuyeron a hacer más y más problemático el deseo de mantener juntos el relato y la descripción, el viaje y la ciencia. Ya en 1750, La Condamine ensaya una nueva fórmula, reservando para sus pares de la Academia las memorias

[39] Carta citada en Hamy, *Lettres*, pp. 108-109.

[40] Frank Lestringant, "L'herbier des îles, ou le *Voyage du Levant* de Joseph Pitton de Tournefort (1717), en Marie-Christine Gomez-Géraud (ed.), *Les modèles du récit de voyage. Littérales*, n° 7 (Centre de recherches du département de français de Paris X-Nanterre, Nanterre 1990), pp. 51-68.

científicas y destinando a un público más general el relato de sus aventuras en el Amazonas: "*Se observará sin duda que yo he hablado de mí frecuentemente en este relato: es un privilegio que no se le discute a los viajeros; no se les lee más que para saber lo que han hecho, y lo que han visto*"[41]. Hacia el final del siglo, otros viajeros abandonan la estructura de narración lineal y cronológica en aras de una presentación metódica: Volney, por ejemplo, construye su *Voyage en Égypte et en Syrie* (1787) en forma de "tabla", a la manera de encuesta descriptiva y estadística. Un contraste semejante se percibe en los textos resultantes de la expedición a Egipto, el relato pintoresco del anticuario Vivant Denon en su *Voyage dans la Haute et Basse Égypte* y los grandes manuscritos de la *Description de l'Égypte*, redactados por los sabios de la expedición, después de su vuelta a Francia[42]. Esta tensión entre ciencia y literatura y la incapacidad de conciliar, en la forma literaria del relato, la parte de historia personal y subjetiva con la acumulación monótona y minuciosa de detalles científicos, parecen anunciar hacia 1800 la muerte del proyecto enciclopedista y humanista que aspiraba a dar cuenta de sí y del mundo al mismo tiempo[43].

Es justamente en este contexto en el que se debe considerar la forma en que Humboldt aborda el relato de su viaje. Para satisfacer a su editor, Schoell, Humboldt había pensado inicialmente escribir un "pequeño viaje" o "viaje abreviado"[44], el borrador de la narración de su llegada a Tenerife es quizá un ejemplo. Pero la preparación de los volúmenes científicos pronto lo absorbe por completo. En su búsqueda de soluciones formales apropiadas opta unas veces por organizar su materia de manera temática *(l'Essai sur la géographie des plantes ou le Recueil d'observations astronomiques)* y otras por hacerlo de manera geográfica (l'*Essai politique sur la Nouvelle-Espagne*). Se sabe también de sus innovaciones en materia de presentación de textos (las monografías de las *Plantes équinoxiales*) o visual (los gráficos y mapas del *Atlas*). Sin embargo, en ninguno de ellos hay lugar para un relato detallado del viaje en sentido estricto. Sólo diez años después de su regreso Humboldt termina por aceptar la empresa de escribir una *Relation historique*[45]. Tres volúmenes aparecen entre 1814 y

---

[41] Charles Marie de La Condamine, *Journal du voyage fait par ordre du roi à l'Équateur, servant d'introduction à la mesure des trois premiers degrés du méridien* (Imprimerie royale, París 1751), prefacio, p. xxvi.

[42] Marie-Noëlle Bourguet, "Missions savantes au siècle des lumières: du voyage à l'expédition", en Yves Laissus (dir.), *Il y a deux cents ans, les savants en Égypte* (Muséum national d'histoire naturelle/Nathan, París 1998), pp. 38-67 (en particular, pp. 64–67); Jean-Marc Drouin, "Analogies et contrastes entre l'expédition d'Égypte et le voyage de Humboldt et Bonpland", *Historia, Ciencias, Saude*, vol VIII, supl., 2001, pp. 839-861.

[43] Sobre el tema, véase: Wolfzettel, *Le discours du voyageur*, pp. 231-311; Pratt, *Imperial eyes*, pp. 111-143.

[44] Él emplea estas expresiones en una carta a Bonpland escrita en Berlín el 21 de diciembre de 1805 (Archivo Bonpland, ms. n° 9).

[45] Humboldt, *Relation historique*, 1, pp. 28-29.

1829, dedicados a los dos primeros años de la expedición, desde la partida de La Coruña hasta la llegada a Cumana (5 de junio de 1799 – 22 de abril de 1801): ellos constituyen los últimos volúmenes (tomos XXVIII-XXX) de su monumental *Voyage aux régions équinoxiales*. Pero la continuación, anunciada, no apareció jamás: ¿puede considerarse esto como la constatación de un fracaso? "*Parece casi imposible ligar tanto materiales diversos con la narración de los sucesos, y la parte dramática ha quedado sustituida por fragmentos meramente descriptivos*", reconoce Humboldt ya en el prefacio[46]. ¿En qué medida la *Relation historique* fue para él una especie de experimento, la búsqueda de una estrategia retórica capaz de combinar la historia específica de un viaje y de una experiencia individual con la elaboración de una representación científica del mundo? En este sentido su empresa puede aportar aquí una reflexión sobre las relaciones entre ciencia y romanticismo.

En el prefacio de la *Relation*, datada en 1812, Humboldt cita como modelo único al viajero ginebrino Horace-Bénédict de Saussure, quien basó la trama de los cuatro volúmenes de sus *Voyages dans les Alpes*[47] en la cronología de sus excursiones y ascensiones, interrumpida solamente por largas digresiones descriptivas (observaciones sobre las costumbres y la vida local) o por desarrollos científicos (reflexiones sobre la geología de las montañas). ¿Fue este un modelo para Humboldt? Sin embargo, se aprecia de inmediato la diferencia entre los viajes de Saussure –un mismo terreno recorrido cien veces y descrito– y la expedición de Humboldt –la exploración de un continente, la ascensión a una docena de volcanes, tras la del pico del Teide, la pretensión de una ciencia global. La composición del relato necesariamente debía ser modificada. Pero antes que nada ¿es este verdaderamente un relato? A primera vista la *Relation* sigue las reglas convencionales del género: la sucesión de capítulos reproduce la cronología del viaje y el texto invita al lector a marchar al paso de los viajeros, a ver por sus ojos. "*Hacia las tres de la mañana bajo los lúgubres reflejos de una antorcha de pino nos pusimos en ruta hacia la cima del Pitón. [...] Dimos un rodeo hacia la derecha para examinar la Cueva de Hielo. [...] Empezaba a hacerse de día cuando dejamos la cueva*"[48].

Pero Humboldt no concibe que su relato sea, a la manera de una novela de Sthendal, un espejo que se pasea a lo largo del camino, entremezclando observaciones curiosas y detalles pintorescos sucedidos a lo largo de las horas, con el riesgo de "*fatigar a sus lectores con la expresión monótona de su admiración*" [49].

---

[46] *Ibid.,* 1, p. 31.

[47] Horace-Bénédict de Saussure, *Voyages dans les Alpes, précédés d'un essai sur l'histoire naturelle des environs de Genève* (Neuchâtel y Genève, 1779-1786), 4 vol.

[48] Humboldt, *Relation historique*, 1, pp. 124-5.

[49] *Ibid.*, 1, p. 137.

La manera en que utiliza las notas de su cuaderno es clarificadora al respecto: se observa que numerosas anotaciones o anécdotas que había registrado en su diario o bien no se han trasladado a la narración (el retrato de un capellán irlandés, charlatán e impertinente), o bien han quedado reducidas a unas pocas palabras. "*Lo primero que nos saltó a la vista fue una mujer de talle delgado, extremadamente morena y mal vestida, que se llamaba la Capitana*" [50]. Sucede lo mismo con las curiosidades naturales, que no captan su atención más que cuando pueden estar relacionadas con otros hechos o conducir a nuevas investigaciones. Así, por ejemplo, el célebre drago del jardín de La Orotava, por extraordinario que fuese su tamaño, sin duda no hubiera sido mencionado como una maravilla de la naturaleza, si, al mismo tiempo, su aspecto y su posible edad no hubiesen hecho de él "*uno de los habitantes más antiguos de nuestro globo*"; lo cual le brinda al naturalista la ocasión de emprender una reflexión sobre los orígenes históricos de este árbol, de plantearse la posibilidad de antiguas relaciones con Asia. "*El Dracaena [...] ofrece un curioso fenómeno en relación con la migración de los vegetales [...]. Las Indias orientales son su verdadera patria. ¿Por qué vía se ha trasplantado este árbol a Tenerife?¿Su existencia prueba que en época muy antigua los Guanches han tenido relación con otros pueblos originarios de Asia?*" [51]. El cuaderno es rico en observaciones similares, a propósito de otras singularidades de la isla, como la presencia de camellos o de cactus ("*el camino de Santa Cruz está guarnecido de cactus*" [52]), que no aparecen en la *Relation* más que como punto de partida para abordar reflexiones más generales sobre la historia de la migración de las plantas y su distribución geográfica. Incluso el hallazgo de una florecilla, una violeta, cerca de la cima del volcán –lugar común de los relatos de viajes de montaña (piénsese en la emoción de Tournefort, cuando encuentra una verónica en las laderas del monte Ararat)–, se utiliza para reflexionar sobre el papel respectivo del clima y de la mineralogía en el crecimiento y distribución de las plantas, y para diseñar un "mapa botánico de la isla: "*una violeta, parecida a la* Viola decumbens*, se encuentra en la ladera del volcán hasta la altura de 1740 toesas; ella supera no sólo a las otras plantas herbáceas, sino incluso a las gramíneas, que en los Alpes y en la cara trasera de las cordilleras está en contacto directo con la vegetación de la familia de las criptógamas*"[53].

La parte reservada a las percepciones o sensaciones personales exige un análisis detallado. Pues el tono entusiasta y poético presente en ciertos pasajes del cuaderno o de la correspondencia del viajero con frecuencia da la impresión si no de desaparecer de la *Relation*, al menos de sonar distinto,

[50] *Ibid.,* 1, p. 103.
[51] *Ibid.,* 1, p. 118-9.
[52] Humboldt, *Reise*, p. 94.
[53] Humboldt, *Relation historique*, 1, pp. 138-9.

como reorquestado en el interior de un dispositivo retórico muy controlado, descriptivo, objetivador: "*el pico del Teide se mostró entonces en un claro por encima de las nubes. [...] Sólo la cúspide era visible para nosotros; su cono se proyectaba sobre un fondo del azul más puro, mientras que nubes negras y espesas rodeaban el resto de la montaña*"[54]. Reconocemos la escena, ya evocada anteriormente; pero la sugerente emoción del "lieblicher Bläue" del *Tagebuch* Humboldt la ha sustituido por una expresión más técnica, casi química en su precisión, "del azul más puro". Si estas palabras están destinadas a trasmitir la belleza de la escena, es haciéndola inteligible al espíritu más que accesible a los sentidos.

También en otra ocasión –el paisaje que se divisa desde la cima– se ve cómo Humboldt se esfuerza en conjugar en su escrito la descripción y el análisis, con el fin de dar cuenta del grandioso paisaje y, al mismo tiempo, abarcar su impacto sobre la sensibilidad del viajero. El pasaje en cuestión comienza con una larga descripción del panorama que se extiende a sus pies: "*desde lo alto de estas solitarias regiones nuestras miradas se sumergían en un mundo inhabitado. [...] Contemplamos las plantas distribuidas por zonas, según disminuía la temperatura de la atmósfera en relación a la altura del lugar. [...] La apariencia de proximidad con la que se ven desde lo alto del pico las aldeas, los viñedos y los jardines de la costa se incrementa por la prodigiosa transparencia de la atmósfera. A pesar de la gran lejanía, nosotros no sólo distinguíamos las casas, el velamen de los barcos y el tronco de los árboles. También veíamos brillar con los más vivos colores la rica vegetación de las llanuras*". Al introducir en esta colorida descripción el tema de la calidad local del aire comparada con la de otros climas, Humboldt ofrece una explicación de "la prodigiosa transparencia" del paisaje: es la sequedad del aire, asegura, lo que "*le confiere a la atmósfera de las Canarias una transparencia que supera no sólo la del aire de Nápoles y de Sicilia, sino quizás también la pureza del cielo de Quito y del Perú*". Y afirma: "*esta transparencia puede considerarse una de las causas principales ´de la belleza de de los paisajes de la zona tórrida: es ella la que realza la eclosión de los colores vegetales y contribuye al mágico efecto de sus armonías y oposiciones*" [55]. De lo visible a lo inteligible y vuelta atrás; de la emoción sensible a la ciencia razonada y viceversa: el estilo de Humboldt se construye sobre esta polaridad, descriptiva y analítica, que trata de comunicar al lector una experiencia estética de los paisajes contemplados y, al mismo tiempo, pretende captar el conjunto de fuerzas invisibles que los producen.

Como sugiere el último texto citado, Humboldt ha debido movilizar, para nutrir sus explicaciones sobre la belleza del paisaje canario, informaciones de diversas procedencias, que ha obtenido de sus lecturas y también de su expe-

[54] *Ibid.*, 1, pp. 100-1.
[55] *Ibid*., 1, pp. 138-9.

riencia personal de viajero en América y Europa. Ahora bien, en el momento preciso de su estancia en Tenerife, el que se evoca al comienzo de la *Relation historique*, esta experiencia estaba, en gran medida, todavía por llegar cuando se encuentra con los volcanes andinos y posteriormente con los de Italia. Es decir, que, lejos de reproducir fielmente la cronología del viaje, el relato está compuesto de constantes rupturas, en el que se introducen datos tomados de otras partes y de referencias a episodios posteriores de su vida, ya sean viajes o lecturas. Cuando relata la noche transcurrida en compañía de Bonpland sobre las laderas del volcán en la víspera de su ascensión al pico del Teide, Humboldt evoca, como de manera anticipada, sus futuros viajes: "*nunca habíamos pasado la noche a tan gran altura, y yo por entonces no sospechaba que, sobre laderas de cordilleras, un día habitaríamos en ciudades cuya planta está más elevada que la cima del volcán que íbamos a alcanzar al día siguiente*" [56]. La *Relation* está salpicada de tales anticipaciones, que insertan en el presente de la narración los ejemplos necesarios para ilustrar la argumentación del sabio. Así, la descripción del pico del Teide al amanecer va seguida de un pasaje que es casi la trascripción directa de una nota del *Tagebuch* escrita por Humboldt a la vuelta de sus ascensiones andinas hacia 1803 o 1804: "*hemos observado en la cordillera de los Andes que las montañas cónicas, como el Cotopaxi y el Tungurahua, frecuentemente se presentan [...] despejadas de nubes [...]; pero el pico de Tenerife, a pesar de su forma piramidal, está durante una gran parte del año rodeada de vapores*" [57]. Asimismo, el relato de la ascensión al cono volcánico, empresa muy difícil por las cenizas y las escorias acumuladas, se transforma en una evocación comparada de diferentes tipos de volcanes que ha conocido el viajero posteriormente, incluido el Vesubio, que no llega a conocer hasta 1805: "*El Vesubio, que es tres veces más bajo que el volcán de Tenerife, termina en un cono de cenizas casi tres veces más elevado, aunque de pendiente más suave y accesible. De todos los volcanes que he visitado, únicamente el de Jorullo, en México, ofrece más obstáculos que el pico, porque la montaña entera está cubierta de cenizas móviles*"[58].

Sistemáticamente comparativo, este modo de escribir parece directamente importado de la práctica científica de Humboldt: igual que ella, se fundamenta en la recopilación, la puesta en relación y la confrontación de datos; igual que ella, es una condición previa necesaria a toda generalización, a todo conocimiento científico de la naturaleza. Al tiempo que escapa

---

[56] *Ibid*., 1, p. 123.

[57] *Ibid*, 1, p. 101. El texto correspondiente, en el cuaderno, es: "*El pico (del Teide) es una de esas montañas que, como las de Antisana y Rucupichincha están la mayor parte del tiempo cubiertas de nubes [...]. A menudo se puede pasar tres semanas en Santa Cruz sin verlo una sola vez, al igual que desde Guayaquil no hemos visto el Chimborazo en cinco semanas*." (*Reise*, p. 91).

[58] Humboldt, *Relation.,* 1, p. 130.

del orden lineal y temporal del relato del viaje, Humboldt trata de crear en la *Relation historique* una estrategia expositiva que dé cuenta de este modo de razonamiento, empírico y razonado. Podemos decir a este respecto que su relato está menos centrado en un lugar y un momento particular (la escala en Tenerife) que en ser una tentativa de captar un cierto número de fenómenos percibidos en ese lugar (la forma cónica del volcán, la transparencia del aire, la geografía de las plantas, etc.), recurriendo para ello a informaciones procedentes de otros territorios y momentos de sus viajes[59]. De ahí procede el método consistente en una descripción con múltiples facetas, que gira en espiral al rededor del objeto para observarlo desde diversas perspectivas. Esta lógica argumentativa y comparativa es la verdadera estructura del relato: ella le confiere una "unidad de composición", en tanto que la historia del itinerario mismo, con sus nombres y sus datos, no ofrece más que hitos a lo largo del camino, simples referencias para guiar la lectura[60]. Si este relato responde de alguna manera a la experiencia del viajero, es, en primer lugar, en el ámbito de los procedimientos cognitivos de la obra en su trabajo científico –la mediación de los sentidos, la comparación como método, la medida como relación.

*

Volviendo a las cuestiones a que aludimos en la introducción, cabe preguntarse ahora por el tipo de ciencia y de representación del mundo que comporta un texto de esta clase. Compuesto de idas y venidas, de comparaciones sistemáticas, de series de cifras y de múltiples digresiones, el texto sugiere que el lector puede abordar el relato en cualquier lugar o momento del viaje, De hecho, desde la perspectiva del conocimiento que él quiere elaborar, parece importarle poco a Humboldt que el relato de su viaje comience en el pico del Teide en vez de en el Chimborazo o en Vesubio, dado que lugares son indispensables para la construcción de una ciencia totalizante y comprehensiva de la naturaleza. "*He intentado hacer interesantes estas investigaciones, comparando los fenómenos que presenta el volcán de Tenerife con los que se observan en otras regiones. [...] Esta manera de concebir la naturaleza en la universalidad de sus relaciones, sin duda, supone un obstáculo para la rapidez que le corresponde a un itinerario; pero he pensado que en un relato cuyo objetivo principal es el progreso de los conocimientos físicos toda otra consideración debe quedar subordinada a las de la instrucción y de la utilidad*" [61]. Aquí reside la eficacia de la escritura elegida

[59] Véase, por ejemplo, la mención de las medidas llevadas a cabo por Humboldt y Gay-Lussac en la cima del Vesubio en 1805 (*Ibid*., 1, p 143).

[60] Para un análisis detallado de la estructura del texto de Humboldt, véase: A.-G. Robineau-Weber, *Le roman de conquête,* 1, p. 195-200.

[61] *Relation historique*, 1, p. 166.

por Humboldt en la *Relation historique*: permite construir una imagen dinámica de la naturaleza, mientras que las comparaciones, notas y anexos que acompañan la descripción dan al lector una impresión de ubicuidad, de que puede percibir el mundo entero desde la cima del pico del Teide. Pero al mismo tiempo, en eso también, quizás resida su limitación: pues por esa misma ubicuidad, el relato de la ascensión al pico del Teide tiende a disolver la necesidad – si no incluso la posibilidad- de escribir algún otro relato de viaje, a cualquiera que fuese el lugar. Todo sucede como si, en definitiva, todos los viajes partiesen o terminasen en Tenerife; como si la naturaleza entera se encontrase, por comparaciones y diferencias, sobre las laderas volcánicas del pico del Teide.

Desde esta perspectiva, se entiende mejor que Humboldt haya renunciado a terminar el relato de su expedición americana, o que nunca se haya propuesto componer, por ejemplo, una narración detallada de su viaje a Italia. La composición de *Cosmos* sería para él la alternativa: se leería en él una "descripción física" del mundo que contendría la materia de todos los viajes, y asignaría a cada lugar su sitio al lado de todos los otros; se forjaría así una visión comprehensiva de la naturaleza, asociando a la imaginación con la razón, a la sensibilidad con el entendimiento. Evocando una vez más, en las primeras páginas de *Cosmos*, la imagen del pico del Teide, Humboldt puede escribir: "*Describiría la cima del pico del Teide en el momento en que una capa horizontal de nubes, de blancura radiante, separa el cono de cenizas del llano inferior, y que de pronto, por el efecto de una corriente ascendente, desde el borde mismo del cráter, la mirada puede sumergirse en la viñas de La Orotava, los jardines de naranjos y los densos grupos de plataneras del litoral. [...] Todo aquello que los sentidos no captan apenas, lo que los paisajes románticos presentan de más inquietante, puede convertirse en una fuente de placer para el hombre; su imaginación encuentra en ello la posibilidad de ejercer libremente su poder creador.*"[62] Se unen así en una sola silueta la figura del sabio de las Luces y la del viajero romántico que Humboldt fue durante toda su vida.

[62] Alexander von Humboldt, *Cosmos. Essai d'une description physique du monde*, Gide et Baudry, París 1855, t. 1. pp. 6-7.

AGUSTÍN DE BETANCOURT: EL MODELO DE LA COMUNICACIÓN PROFESIONAL DE LOS INGENIEROS A FINALES DEL SIGLO XVIII Y PRINCIPIOS DEL XIX.

Irina Gouzévitch, Centro Alexandre Koyré, EHESS
Dmitri Gouzévitch, Centro del Mundo ruso y soviético, EHESS

Para entrar en materia

Agustín de Betancourt es un personaje emblemático de la Ilustración española. Sin embargo, incluso en esta época de talentos dinámicos, su carrera ofrece ciertos rasgos originales que sacan a Betancourt del cuadro estrictamente nacional de la modernización española y lo elevan al rango de los protagonistas europeos. Ingeniero polivalente, sabio de estilo enciclopédico, pedagogo y fundador de administraciones y escuelas de ingenieros, reúne por sí solo tres países y dos siglos lanzando así un puente entre dos extremos de Europa y dos épocas. Los países son España, su patria, Francia, lugar de su formación intelectual, y Rusia, el último refugio, que acoge sus restos mortales. Repartido entre las tres potencias, su obra pertenece por igual a la historia de la ciencia y de la técnica de cada uno de ellos en los momentos claves de su desarrollo.

El espíritu de su obra es indisociable del momento histórico en el que le tocó actuar. Su quehacer empieza en la Ilustración y se extiende hasta la época contemporánea, cuando el ingeniero-artista polivalente se halla en retroceso y deja sitio al ingeniero moderno, dotado de una cultura teórica académica sólida e impulsado por la idea romántica de la omnipotencia del progreso técnico. La actividad de Betancourt adquiere, en este contexto, una dimensión doble en la que su talento de científico e ingeniero experimentado se imbrica con su vocación de mediador. Gracias a la coyuntura particular de su vida, en su segundo periodo, Betancourt sirvió efectivamente de mediador intelectual entre Rusia y Europa, tanto asegurando los intercam-

bios profesionales entre los ingenieros rusos y occidentales como organizando su colaboración internacional en suelo imperial. Este papel particular de Betancourt hizo de él uno de los protagonistas de la comunicación entre los ingenieros europeos, cuya red emergía por entonces a escala continental. Para Rusia era de una importancia decisiva, puesto que contribuía a integrar la joven ingeniería rusa en el mundo de los ingenieros europeos.

Al mismo tiempo, este aspecto particular de su obra quedó al margen de numerosos estudios consagrados al ingeniero en España, Rusia y Francia[1]. Hace un cuarto de siglo A. Bogoliubov, su biógrafo soviético, escribió que los archivos concernientes a Betancourt en los países citados estaban suficientemente bien estudiados[2]. Después de quince años de investigación documental en este campo, podemos atestiguar que queda por hacer un trabajo considerable. Hay también otra laguna que rellenar; la que hace referencia a la dimensión europea del trabajo de Betancourt. Hoy en día esta labor está en marcha, y la presente conferencia aspira a reunir algunos de sus primeros resultados[3]. El propósito es, más concretamente, analizar la implicación personal de Betancourt en la reorganización del oficio ingenieril en Rusia, a la luz de su experiencia europea adquirida en sus numerosos viajes y trabajos en Francia, Inglaterra y, por supuesto, en España.

Las realizaciones más significativas de Betancourt son sobradamente conocidas. Así, aparece como fundador de grandes centros de cultura y de formación técnica de inspiración francesa, entre ellos el Gabinete de Máquinas de Madrid o los Cuerpos de Ingenieros (de Caminos y Canales, también en Madrid, y de Vías de Comunicación en San Petersburgo) junto con escuelas profesionales especializadas. Tanto en España como en Rusia, los centros en cuestión eran dirigidos y financiados por el Estado para cubrir sus necesidades en materia de obras públicas[4]. Manteniendo en mente estas iniciativas, vamos a centrarnos en el aspecto menos visible de la obra de Betancourt que se refiere a algunos centros informales de los que fue inspirador intelectual. Sucede que un puñado de ingenieros de los que constituían su círculo multinacional en Rusia se implicaron, influidos por él, en una actividad científica de amplio alcance en materia de mecánica aplicada, actividad que abarcó y desarrolló un vasto campo de investigación y que dio origen a una verdadera escuela científica. Para mostrar su importancia, recordemos que sus miembros llevaron a cabo trabajos teóricos y experimentales en dominios tales como el movimiento de los barcos de vapor, las propiedades de los materiales, problemas relevantes de la mecánica de la construcción, la teoría de las esclusas con dársena de retención, la solución del principio de las

[1] Hay una bibilografía bastante completa anexa al catálogo de la exposición [1, pp. 353-364]

[2] [2, p.5; 3, p.17]

[3] Véase nuestros trabajos [4-8]

[4] Sobre la primera historia de estas instituciones véase los trabajos de referencia [9-11]

velocidades virtuales, así como trabajos que sentaron las bases de la termodinámica. Todas estas realizaciones, ya estudiadas muchas veces, se consideran como patrimonio de la famosa escuela mecánico-matemática rusa que emergió y funcionó a partir de la decada de 1830 en el seno del Instituto de Ingenieros de Vías de Comunicación (ICIVC) y que la historia conoce bajo el nombre de "la escuela de Ostrogradsky"[5]. Sin poner en tela de juicio los méritos del glorioso matemático, nos parecería más conforme a la realidad histórica otra denominación –"la escuela de las tres B"– según los nombres de sus tres protagonistas de origen: Betancourt, Bazaine y Baird. Lo que se expone a continuación pretende argumentar esta hipótesis.[6]

Situación general o preguntas sin respuesta

Mikhail Ostrogradsky (1801-1862) forma parte de las personalidades más eminentes del panteón matemático ruso. El tributo pagado a su obra por la historiografía nacional es de los más abundantes; en el siglo XX su imagen fue casi canonizada[7]. Su actividad científica fue no sólo notable, sino muy variada. Matemático de talento excepcional, descolló igualmente en la formación de ingenieros. Su papel promotor en la enseñanza de la mecánica fue

[5] Véase los trabajos de Gnedenko [12, 13, 14], Moiseev[15], Bogoliubov [16]. En 1982 M. Voronin y M. Voronina, que comparten la opinión de los anteriores lo consideran "*el fundador de la escuela nacional de mecánica aplicada*" [17]. Y eso a pesar de que en 1980 Voronina veía a Ostrogradsky como el creador de "*la escuela matemática de análisis de las cuestiones técnicas en materia de mecánica aplicada y el arte de la construcción*". En 1999 extiende ya su influencia a "*toda la escuela de ingeniería rusa*" [19] M. Voronin es más consecuente: "*Ostrogradsky es uno de los fundadores de la escuela matemática de San Petersburgo*" [11, 20] Véase también los trabajos de I. Maron [21], A. Islinski [21], A. Mandryka [23], A. Grigorian [24] y L. Pugina [25]. A. Bogoliubov escribe "*De Ostrogradsky salen los orígenes de tres escuelas importantes de la ciencia nacional. La primera es la escuela de mecánica analítica... La segunda es la escuela de física matemática...La tercera, la más grande de las escuelas científicas de Ostrogradsky es la escuela de mecánica aplicada* [26]. Desafortunadamente el autor ignora que todas esa tendencias ya eran propias de la escuela en 1830, cuando fue nombrado profesor en el ICIVC [27]. Que cualquiera de ellas haya originado posteriormente una escuela completa no es sino la lógica evolutiva normal. La coincidencia de intereses del matemático ruso con las tendencias desarrolladas en el seno de la escuela de las tres B hicieron de Ostrogradsky un líder ideal de esa formación. No faltaba sino unirlas.

[6] Esa hipótesis ha sido formulada y defendida por primera vez en abril de 1977, en el seminario del EHESS "Historia de la mecánica aplicada (siglos XVII-XX)" animado por Claudine Fontanon y Bruno Belhoste. El texto que la resume (y sirve de apoyo a esta conferencia) se titula "La enseñanza de la mecánica aplicada en el Instituto de Ingenieros de vías de comunicación de San Petersburgo y el establecimiento de la escuela mecánico-matemática denominada de Ostrogradsky (primera mitad del siglo XIX)" [6]

[7] Por no citar más que algunas obras de referencia, véase sobre Ostrogradsky y su obra: [13; 21; 28; 29]

incontestable[8]. La escuela científico-matemática nacida e implementada en el seno del ICIVC durante su magisterio recibió y lleva todavía su nombre.

La génesis e historia inicial de esa escuela –objeto central de nuestro estudio– son interpretadas generalmente según un esquema establecido. Los historiadores parecen concordar en que los comienzos de la enseñanza de las dos mecánicas –racional y aplicada– se hallan ligados a la presencia en el ICIVC de profesores franceses. Están de acuerdo también en otra cosa: hasta que esa enseñanza no pasó a ser responsabilidad de los profesores rusos Ostrogradsky y Melnikov (lo que ocurrió a principios de los años 30) no se puede hablar de escuela científica. En cuanto a la escuela mecánico-matemática surgida efectivamente en el ICIVC durante ese período, fue bautizada como "Escuela de Ostrogradsky", siendo el gran científico considerado como su fundador y jefe.

Legitimada por una larga tradición historiográfica, esta interpretación ha tenido una influencia considerable sobre la manera de abordar el estudio de este fenómeno. Era asimismo la nuestra al principio de este trabajo. Sin embargo a medida que la investigación avanzaba, las afirmaciones perdían su evidencia y se multiplicaban las preguntas sin respuesta. Efectivamente, ¿cómo interpretar en ese contexto el desajuste flagrante entre la obra científica original del Ostrogradsky matemático y una cierta indeterminación de su escuela que no produjo grandes matemáticos, sino que formó a muchos ingenieros científicos destacados? ¿Cómo explicar la presencia –entre los "alumnos de Ostrogradsky" y los miembros de su escuela– de investigadores experimentados que llegaron a serlo bastante antes de la aparición del "maestro" en San Petersburgo? ¿Qué explicación dar al hecho de que la primera obra teórica sobre navegación a vapor (cuyo autor fue Bazaine) se publicara en Rusia en 1817, antes de que aparecieran en Europa trabajos sobre ese tema?[9] ¿A qué atribuir el hecho de que la síntesis de los mecanismos (derivada del principio del paralelogramo de Watt) fuera elaborada en Rusia a finales de la decada de 1820, es decir veinticinco años antes que Tchebychev, considerado como pionero en este campo? Y finalmente, una cuestión que parece algo fuera del contexto de este trabajo, pero que lo afecta de manera indirecta: ¿Por qué la famosa memoria de Sadi Carnot *Reflexions sur la puissance motrice du feu...* presentada a la Académie des Sciences[10] en 1824 y que pasó por entonces casi desapercibida, incluso para los mecánicos de más renombre (como Navier), fue comprendida enseguida por Clapeyron, de vuelta en Francia después de once años de servicio ruso?

---

[8] Esta faceta de la obra de Ostrogradsky se detalla en [8], texto presentado en el seminario ya citado.

[9] [30]. Como por ejemplo, *Essai sur la navigation par la vapeur* de P. J. Gilbert. No apareció sino un año antes que el folleto del marqués de Jouffroy [31], pero era de tipo más publicitario que científico, pues la escribió para defender sus derechos de autor y no para presentar los resultados de una investigación.

[10] [32]

Todas estas preguntas nos llevan a plantear otra de carácter más general: ¿Ocupaba Ostrogradsky el lugar adecuado en esta historia? O dicho de otro modo: ¿fundó y dirigió efectivamente la escuela que lleva su nombre? Para aclarar estas controversias nos hemos propuesto remontarnos hasta la génesis de esta escuela y analizarla a la luz de los hechos acumulados durante nuestra investigación. Para ello nos ha sido preciso desplazarnos en el tiempo y en el espacio, ya que las primicias de la escuela llamada de Ostrogradsky aparecen antes de su nacimiento efectivo y en áreas geográficas bastante alejadas del Imperio ruso.

Agustín de Betancourt entre España, Inglaterra y Francia

Esta historia comienza, a nuestro juicio, en 1786 cuando un equipo de estudiantes en prácticas del gobierno español inspirado fue enviado a Francia para recoger información sobre los nuevos logros del arte y la ciencia de la ingeniería. El joven ingeniero español origen de esa iniciativa se llama Agustín de Betancourt y había sido designado jefe del equipo a cargo del conjunto de operaciones[11]. Acogidos por Perronet en la Escuela de Puentes y Caminos, los becados se aplican en la fabricación de los modelos que, según la idea de Betancourt, deben constituir el fondo de la colección destinada a la enseñanza de los futuros ingenieros hidráulicos españoles. En el curso de este trabajo que dura seis años, Betancourt adquiere mucha experiencia en la dirección del trabajo colectivo y se vuelve un experto reconocido en el arte de la mecánica práctica y de fabricación de modelos, según el espíritu de los maestros mecánicos clásicos de finales del siglo XVIII. De regreso a Madrid sintetiza esta experiencia bajo la forma del Gabinete de Máquinas abierto en 1791 y dota así a España de un centro de cultura y de formación técnica comparable a sus homólogos, y fuente de inspiración ocasional en Francia: el taller de modelos de la Escuela de Puentes y Caminos, el gabinete de Vaucanson y la colección académica reunida por Pajot d'Ons-en-Bray.[12]

En ese sentido los conocimientos prácticos de Betancourt en mecánica son comparables a los de los mecánicos británicos como Watt o Murdock, o con los de los autores de los *Teatra machinarum* clásicos como Nartov[13]

---

[11] Véase a este propósito [10;33]. Los orígenes y el carácter pionero de esta iniciativa española, así como su lugar en el proceso de transferencia de conocimientos han sido detallados en [7].

[12] Sobre las colecciones véase [34, 35]

[13] Nartov, A.K. (1693-1756), mecánico e inventor ruso, tornero personal de Pedro I. Autor del soporte mecánico para el torno de rosca. Uno de sus tornos se lo ofreció en 1717 Pedro I a Pajot d'Ons-en-Bray, quien lo puso en su colección (actualmente está en el Conservatorio Nacional de Artes y Oficios de París). Véase [35]. Su imponente *Teatrum machinarum*, obra de toda una vida, permanece desgraciadamente manuscrita. Sobre Nartov y su obra véase [36].

o Leupold. Hay un rasgo que distingue a Betancourt de los maestros empiristas británicos, y es ahí donde reside probablemente la clave del enigma del famoso conflicto entre Watt y Betancourt relativo a la introducción en Francia de la máquina de vapor de doble efecto.

La situación se resume así: estando en Inglaterra en 1789, Betancourt solicita la visita a la empresa de Watt y Boulton. Los inventores británicos lo acogen cortésmente, pero evitan mostrarle su famosa máquina que está ya en construcción en Albion Mills, empresa londinense de Boulton. Betancourt accede a ella de todos modos con un rodeo apenas legal y observa durante unos minutos el aparato, escondido en parte por una pared. A finales del mismo año, Betancourt presenta a la Academia de Ciencias de París la descripción del ingenio de su invención basado en el principio del doble efecto usado por Watt. Esta situación es el origen de una disputa histórica sin solución hasta hoy: los biógrafos de Watt acusan al español de espionaje; entre los de Betancourt, unos lo reconocen, otros lo niegan o al menos lo matizan según sus tendencias políticas.[14]

Visto desde dentro, este conflicto plantea más bien un problema de interpretación, puesto que se trata, en el fondo, del encuentro de dos tipos de mentalidad profesional. Watt, ingeniero autodidacta y empresario libre cuyo bienestar depende de la explotación exclusiva de su invento, frente a Betancourt, ingeniero científico y funcionario del Estado. El acto divino de la creación llevado a la perfección por años de experiencia para uno, no es para el otro más que un modelo que construir a partir de parámetros conocidos. Técnico residente, encargado de una misión de exploración por un gobierno, el español, tuvo éxito en su misión, ante todo, como ingeniero que se hará conocer pronto como uno de los pioneros de la teoría de las máquinas.

La génesis de estas facultades de Betancourt, que derivan de su dominio de los conocimientos teóricos y del pensamiento del espacio, hay que buscarla tanto en su formación como en su carrera profesional, repartidas entre dos países, España y Francia. Las instituciones madrileñas que habían acogido a nuestro protagonista en la década de 1770 –el Establecimiento Real de San Isidoro, y después la Academia de Bellas Artes– no eran escuelas de ingenieros. Sin embargo, incluso la enseñanza escolástica impartida por la primera de ellas tenía un aspecto positivo: se aprendía a dominar la forma, la lógica, el pensamiento abstracto. La formación artística recibida en la segunda le había iniciado en el mundo de la arquitectura, del diseño y del arte de la construcción.

La experiencia francesa no hizo más que armonizar esta formación, orientándola hacia las artes y las ciencias de la ingeniería y, en particular, hacia la mecánica. Este cambio se verá realizado más tarde en un cierto

[14] Para la historia y análisis de ese coflicto, así como para la abundante bibliografía sobre la cuestión, véase [7]

número de obras importantes escritas y publicadas en Francia: es el caso del estudio sobre la elasticidad del vapor (que sale del campo de la física experimental)[15], pero sobre todo el *Essai sur les machines* escrito en colaboración con José María Lanz[16] (y considerado al principio como aplicación de la geometría descriptiva de Monge).[17]

Otra diferencia fundamental distinguía a Betancourt de los mecánicos británicos. Llevado por sus propias obligaciones profesionales a fabricar, perfeccionar e inventar máquinas y mecanismos variados –recordemos: la colección destinada a formar a los ingenieros hidráulicos para la corona española–, el ingeniero estaba libre de todo compromiso corporativista y del afán de beneficio que rentabilizase su trabajo. Funcionario del Estado y pagado por éste, buscaba, por el contrario la divulgación de sus inventos para hacerse un nombre y afirmar su posición en el oficio. El éxito alcanzado por su *Essay sur les machines* no hace más que confirmar esta aserción.

Este tratado, reeditado varias veces, se convirtió en la obra de referencia para varias generaciones de ingenieros europeos. ¿Por qué? ¿No es acaso porque en ella se encuentran armoniosamente fusionadas la enorme experiencia empírica del ingeniero y su conocimiento de la geometría descriptiva y de los fundamentos de la mecánica? ¿Porque en ella se descubre una tentativa audaz de inscribir esta experiencia en un contexto teórico amplio, de expresarla en categorías y nociones nuevas? ¿Porque en ella se asiste, por fin, al proceso de nacimiento de una nueva ciencia de la ingeniería? El carácter sintético de la obra está acentuado por la publicación, en el mismo texto, del cuadro de mecanismos realizado por Hachette, hombre que jugará más tarde un papel crucial en el desarrollo de las ciencias de las máquinas. Esto, que para Betancourt era de algún modo la cima de su actividad científica, el balance final de un trabajo duro y prolongado que tomaba ya una forma acabada, no era, para Hachette, más que el preludio de su investigación posterior.

La experiencia única de Betancourt que se sintetiza en el *Essay* tenía, sin embargo, otro destino menos visible. Proseguiría al otro extremo de Europa, lejos de Francia y de España, en el Imperio ruso al que se incorpora, por invitación del zar, en 1809. De carácter más práctico, su experiencia se aplicó a otros campos de acción profesional, como las innovaciones tecnológicas (dragas de vapor, equipamiento de fábricas, obras hidrotécnicas, etc), la pedagogía y la organización de la actividad científica. Hemos llamado invisible a ese destino. Y es cierto en el sentido de que no salió ninguna obra de la pluma de Betancourt durante el periodo ruso, que duró, en total, quince

[15] Véase: [1, p.354; 2, pp.25-26, 144; 3, pp. 46-47; 10, pp. 89-92; 37]

[16] Sobre este matemático, pedagogo y fundador de escuelas de ingenieros en España y América Latina, véase [38].

[17] [39]

años. Las otras tres facetas de su actividad rusa –innovación, pedagogía, organización– son de particular importancia para la historia del espíritu ruso.

El círculo de Betancourt en Rusia

Los ingenieros que gravitan alrededor de Betancourt forman enseguida dos grupos diferentes cuya composición refleja, a su manera, la doble orientación hispano-francesa de nuestro ingeniero. Se trata de los politécnicos franceses[18] y de los ingenieros españoles, de los que algunos fueron reclutados probablemente entre sus antiguos alumnos de la Escuela de Caminos y Canales de Madrid[19]. Las funciones que se les confían en Rusia son también diferentes. Los ingenieros españoles son utilizados preferentemente para dirigir los trabajos prácticos, mecánicos y de construcción. Aclaremos ya que ninguno de ellos escribió obras teóricas en Rusia. Tampoco se dedicaron a la enseñanza. No se daba el mismo caso con los franceses. Encargados como los españoles de múltiples trabajos prácticos, se implicaron rápidamente en otros campos de acción como la investigación o la enseñanza.

Sin embargo, este interés siempre creciente hacia la investigación (sobre todo en lo que afecta a la medida o la mecánica) habría podido resultar estéril, pues su actividad en Rusia se orientó pronto a las aplicaciones prácticas encarnadas en unas decenas de objetos técnicos destacados. Para que se opere efectivamente este paso a una actividad abstracta, han debido intervenis otros hombres y otros factores. Uno de ellos, que jugó un papel decisivo en la puesta en marcha de la escuela mecánica rusa, fue Charles Baird.

[18] La mayor parte de estos politécnicos fueron a Rusia por invitación a iniciativa de Betancourt. Véase [40]. Otros, llegados por su cuenta y por diversas circunstancias, se integraron en el Cuerpo de Ingenieros de Vías de Comunicación, mientras fue su director. Esos ingenieros son: Pierre Dominique Bazaine, Charles Potier, Maurice Destrem, Alexandre Fabre, Antoine Raucourt, Guillaume Ferrandin-Gazan, André Henri, Gabriel Lamé y Benoît Paul Emile Clapeyron. Véase [4].

[19] Los ingenieros españoles que ejercieron en Rusia durante esa época fueron: Los hermanos Joaquín (1792-1847) y Miguel Espejo, Rafael Bauza (1778-1828), Agustín Monteverde (1798-1878), Joaquín Viado (1787-1838). Véase noticias bibliográficas sobre ellos en [41].

Charles Baird, el escocés

Alumno de Gascoigne[20], llegado a Rusia con su maestro, este hombre acumula decididamente las mejores cualidades de un mecánico-empresario británico. En la época en que Betancourt despliega sus actividades en Rusia, dirige una enorme fábrica metalúrgica y mecánica fundada por él mismo, y que era la mayor empresa privada de este tipo en la Rusia de la época.[21] Baird no era el único ingeniero escocés que ejercía en Rusia. Había otros especialistas altamente cualificados y destacados, como Adam Armstrong (1762-1818), Alexander Wilson (1776-1866) o Matthew Clark (1776-1846)[22]. Sin embargo, Baird tenía un talento personal que le impulsaba sin cesar hacia los problemas teóricos del arte del ingeniero. Este impulso, poco típico de un ingeniero británico, explica el hecho de que entablara una estrecha colaboración con Betancourt y que apoyara todas sus iniciativas, y más tarde, las de sus sucesores franceses. Esta relación se revelaría duradera. Así, en los grandes conflictos profesionales de finales de los años 1820-30 Baird, junto con Bazaine, tomaron partido contra el grupo de arquitectos e ingenieros (con Stassov y Rossi a la cabeza) que había reunido su compatriota Clark.[23]

Los contactos con Baird ilustran bien el dualismo empírico-teórico de Betancourt. El mismo dualismo que permitió al español realizar una experiencia única: fundar en España una escuela destinada a formar a los ingenieros técnicos (1802) y, siete años más tarde, sentar en Rusia las bases del sistema de enseñanza técnica superior muy próxima al sistema francés (politécnico + escuela de aplicación reunidas bajo un mismo techo). Lo semejante genera lo semejante. Y el dualismo de Betancourt se tradujo en el dualismo de su entorno.

Además del valor simbólico, esta cooperación con Baird tenía una ventaja práctica esencial, ya que los mecánicos franceses y españoles del entorno de Betancourt pudieron disponer en lo sucesivo de un pujante laboratorio de investigación experimental –su famosa fábrica de manufacturas mecánicas. En cuanto a la financiación de estos trabajos, se cargaron al presupuesto nacional por medio de la Administración de vías de comunicación

---

[20] Charles Gascoigne (circa 1739-1806), ingeniero escocés; director a partir de 1776 de la famosa Carron Company de Birmingham y fabricante de los célebres "carronados" o "gasconados", cañones para la flota de guerra británica; acude a Rusia por invitación de Catalina II en 1786 llevando con él a un grupo de mecánicos escoceses, como Baird y Clark. Fundador y director de las fábricas metalúrgicas de Olonec. Véase [42, 43].

[21] Esta empresa tiene sus orígenes en una pequeña fundición, Codirigida por Baird a partir de 1792 junto a su propietario original, el escocés Francis Morgan. Tras su matrimonio con la hija de éste, Baird toma el negocio en sus manos y lo transforma en pocos años en una empresa próspera que trabaja tanto para los empresarios privados como para el Estado. Véase [44].

[22] Para las biografías de estos ingenieros escoceses y la bibliografía concerniente véase [42].

[23] Sobre esos conflictos véase [4].

de las que Betancourt ostentó la dirección general hasta 1822. La financiación es un elemento clave de esta historia puesto que resolvió la controversia mayor entre los ingenieros privados establecidos por su cuenta, como Baird y sus colegas británicos, y los ingenieros del Estado, como Betancourt, Bazaine y compañía.

La cooperación en marcha: dos ejemplos

1. En 1815-1817, Baird emprende, por primera vez en Rusia, la construcción de barcos de vapor. Simultánea y paralelamente Bazaine, por iniciativa de Betancourt, comienza a estudiar las leyes de su movimiento. La monografía (primera en su género) resultante de esta investigación se titula *Memoire sur la théorie du mouvement des barques à vapeur et sur leur application à la navigation des canaux, des fleuves et des rivières.*[24] La experiencia práctica analizada en la obra de Bazaine se adquirió en las fábricas de Baird. Sin embargo, el escocés no se paró ahí: según los proyectos elaborados por Betancourt y Bazaine, Baird emprende la construcción de naves experimentales (vapores de ruedas y cabrestantes de vapor con tornos dispuestos según ejes diferentes) que puso a prueba por su cuenta en el Volga en 1821-22.[25]

2. La construcción de puentes colgantes estimula otras invenciones. En 1823 Betancourt propone el proyecto del siderómetro, aparato destinado a probar las cadenas de hierro de los puentes. Realizado en metal por indicación de Baird e instalado en uno de sus talleres durante ese año, este eficaz dispositivo se puso pronto en explotación por los ingenieros de vías de comunicación para probar la calidad de los hierros rusos. Estas experiencias, largas y trabajosas, abren la vía a otros ensayos análogos. Juntos marcan una época en la metalurgia física y en las pruebas de materiales. A partir de estos trabajos altamente reconocidos nace una rica literatura.[26]

El efecto "crisol"

Podemos decir, pues, que Betancourt ha culminado una experiencia sin precedentes –probar en condiciones nuevas un efecto poco conocido que se puede igualar al del "crisol". Si no ¿cómo llamar al proceso que acabamos

[24] [30]. Véase también [4, 45]
[25] Sobre la historia de la introducción de la navegación a vapor en Rusia véase [44].
[26] Véase [11, p. 39; 46].

de describir? ¿Cómo interpretar el fenómeno del círculo de Betancourt –grupo multinacional unido a un enorme potencial creador y a una rara eficacia, susceptible de abordar los problemas científicos y técnicos más complejos? Ingenieros del Estado y empresarios libres, autodidactas y antiguos alumnos de grandes escuelas, franceses, británicos, españoles y alemanes toman parte juntos en este crisol en el que bullen y se funden, sus conocimientos y sus experiencias respectivas. De este crisol es del que nacerá, finalmente, el fenómeno que más tarde se llamó "escuela rusa de mecánica".

Paradójicamente, el dualismo empírico-teórico que marca la actividad de Betancourt no es un rasgo característico de su escuela. También aquí el organizador de la investigación supera al investigador: la síntesis que no ha logrado de forma definitiva en su propia obra la consigue en la obra de sus discípulos.

Algunas consecuencias

Nuestro primer ejemplo tiene que ver con una historia, hoy olvidada, pero que desencadenó en los años 1820-1830 discusiones públicas sobre cuestiones de prioridad. El trabajo que suscitó más pasiones se refería a la "teoría de las esclusas con dársena de retención" elaborada por Bazaine (con la colaboración de Betancourt) en 1821.[27] Uno de los casos particulares de esta teoría se realizó más tarde, el famoso proyecto de las esclusas de Schlüsselbourg.[28]

La teoría en cuestión parece ser una de las teorías técnicas más precoces (a excepción, quizá, de la fabricación de instrumentos de medida). El autor propone, y calcula sobre el papel, el modelo ideal de un objeto técnico que se utiliza para elaborar el proyecto de una obra técnica real que construye después.

El pensamiento teórico de Bazaine, por original que sea, tiene un precedente importante: el proyecto de esclusa de Betancourt, memoria publicada en 1807 que le abrió las puertas del Instituto de Francia un año después.[29] La carrera académica de Bazaine también empieza gracias a este trabajo, pues le vale la elección como miembro de tres academias europeas y condecoraciones de tres estados: Rusia, Francia y Prusia.[30] Por otra parte,

[27] [47].

[28] Véase [4, pp. 136-145; 48].

[29] [49].

[30] Bazaine fue miembro correspondiente (1817) y luego miembro honorario (1827) de la Academia de Ciencias de San Petersburgo; miembro de la Academia de Ciencias de Turín (1828); miembro correspondiente de la Academia de Ciencias de Baviera (1830-32); miembro extranjero de la Real Academia de Ciencias Militares de Estocolmo (1832) y de la Real Academia de Ciencias de Suecia (18339. Esos acontecimientos en la vida de Bazaine han sido descritos con detalle, con las correspondientes referencias de archivo, en nuestra obra [4, pp. 184-186].

Bazaine señala la existencia de una obra inglesa de comienzos del siglo XVIII que contenía la descripción de un caso particular de esclusas gemelas. Los británicos, fieles a sí mismos, resolvieron empíricamente un problema concreto. El modelo ideal de Bazaine calculado teóricamente ofrecía, por el contrario, diversas soluciones aplicables a cualquier caso particular, incluido el descrito por los ingleses.

La historia de la máquina de vapor ofrece un hermoso ejemplo de la competencia entre dos tipos de realización técnica encarnados por dos genios contrapuestos – James Watt y Sadi Carnot. Si el primero lleva a cabo la creación de la máquina de vapor como motor universal, el otro ofrece su teoría. Se necesitaba, sin embargo, un tercero para hacer efectiva la importancia de las *Reflexions sur la puissance motrice du feu* del joven Sadi Carnot (X 1812).[31] Sin este tercero, que le ha dado un segundo impulso, la obra de Carnot se habría quedado, quizá por largo tiempo, como una teoría abstracta muy alejada de la práctica ingenieril.

Esta tercera persona era Benoît Paul Émile Clapeyron que, tras su regreso a Francia en 1831, presentó al año siguiente una *Memoire sur la puissance motrice de la chaleur*.[32] En esta obra que se publicó en el *Journal de l'École Polytechnique* en 1834, Clapeyron desarrolló las ideas de Carnot, dando a sus cálculos una forma geométrica. Puede objetarse que no es más que una casualidad. Cualquier otro ingeniero francés de cuño politécnico tenía tantas oportunidades como Clapeyron de comprender las *Réflexions* de Carnot. Pero no fue el caso, y el tratado de este último tuvo que esperar siete años ignorado por todos antes de ser leído y comprendido por Clapeyron, de vuelta en París tras una estancia de once años en Rusia.

A nuestro entender, el fenómeno encuentra su explicación en el hecho de que Clapeyron, francés de origen y politécnico de formación, tenía, a diferencia de sus compatriotas y de sus otros colegas, una experiencia complementaria única en su género: él sufrió el efecto del "crisol" franco-ruso-hispano-escocés de Betancourt-Bazaine-Baird. Dicho de otra manera, la idea de Carnot fue retomada por el representante de una brillante escuela de mecánica aplicada que se preparó en San Petersburgo en los años 1810-

---

[31] [32]

[32] [50] De qué modo Clapeyron llegó a conocer la obra de Carnot es aún confuso. Según Birembaut, el descubrimento tuvo lugar "al principio de su estancia en Saint-Etienne, en un ambiente de ingenieros apasionados por la construcción de ferrocarriles, como él mismo" [51, p. 192]. Desde el 11 de octubre de 1832 fue destinado a profesor de explotación de minas en la Escuela de Minas de esa ciudad, y la hipótesis resultaba tentadora. La investigación que hemos hecho recientemente en la biblioteca de dicha escuela no ha aportado pruebas tangibles en su favor. Nuestras investigaciones en las bibliotecas de la Escuela de Minas y de la Escuela Politécnica han sido vanas: la obra de Carnot parece no haberse conservado. Nada lleva a privilegiar Saint-Etienne respecto a París, donde igualmente Clapeyron hubiera podido descubrir algún ejemplar de las *Réflexions*... en el ambiente de los miembros de la Asociación Politécnica (en la que él y Lamé tomaron la palabra en junio de 1820) o en el de los académicos, sabiendo que la memoria de Carnot fue presentada y discutida allí.

Fig. 1. Agustín de Betancourt.

Fig. 2. Charles Baird.

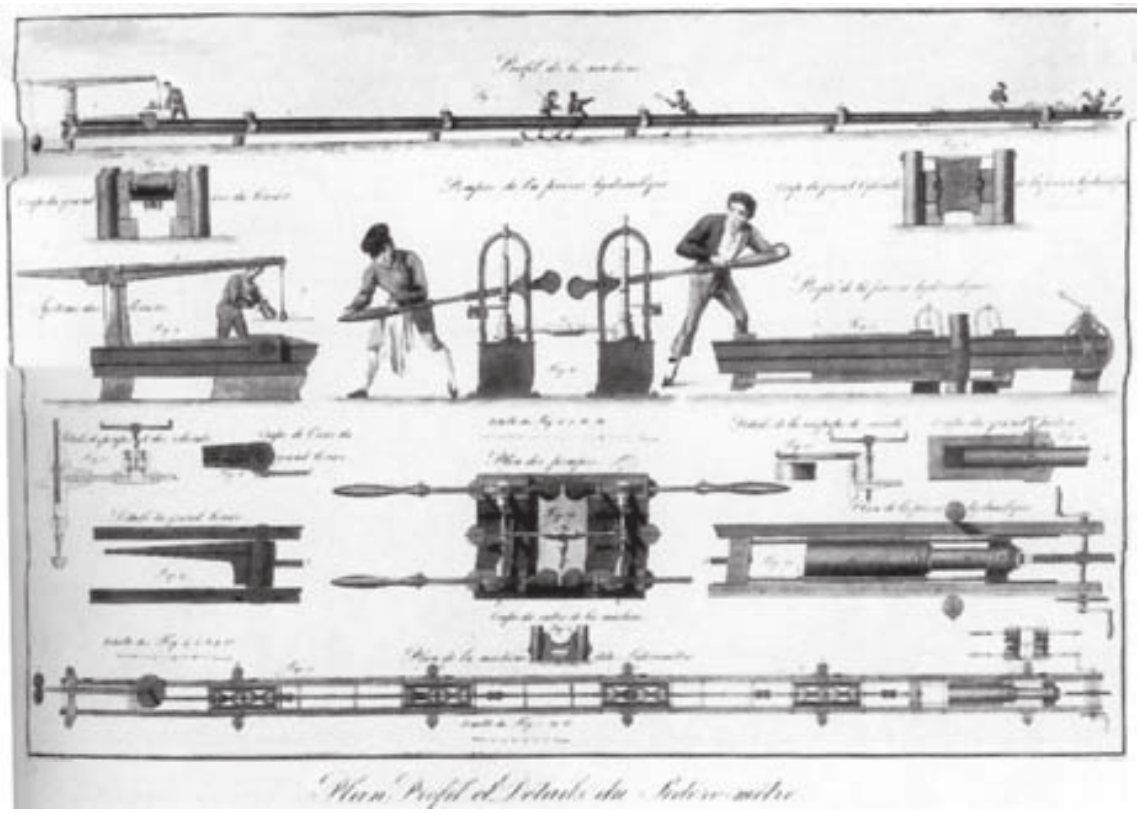
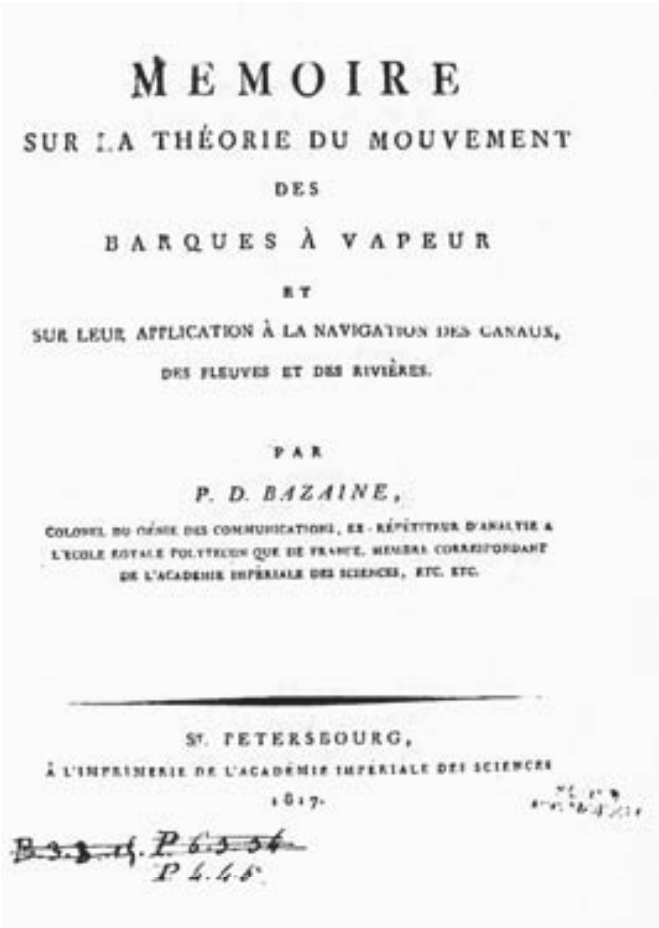


Fig. 3. Plano, perfil y detalles del siderómetro.

Fig. 4. Pierre Dominique Bazaine.



MEMOIRE

SUR LA THÉORIE DU MOUVEMENT

DES

BARQUES À VAPEUR

ET

SUR LEUR APPLICATION À LA NAVIGATION DES CANAUX,

DES FLEUVES ET DES RIVIÈRES.

PAR

P. D. BAZAINE,

COLONEL DU GÉNIE DES COMMUNICATIONS, EX-RÉPÉTITEUR D'ANALYSE A L'ECOLE ROYALE POLYTECHNIQUE DE FRANCE, MEMBRE CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES, ETC. ETC.

ST. PETERSBOURG,

À L'IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

1817.

Fig. 5. Portada de un libro de Bazaine sobre los barcos de vapor.

1820. Las características de esta escuela eran dar explicaciones teóricas a los procesos que se utilizan en la práctica, hacer los cálculos de las construcciones o utilizar los resultados obtenidos para perfeccionar unas y otros. Desde este óptica la reacción de Clapeyron ante la obra de Carnot parece, pues, lógica y legítima.

La escuela de "las tres B"

La historia se repite. El jefe de esta escuela –Betancourt– mantuvo antaño una competición profesional con Watt (sobre la máquina de vapor de doble efecto). A continuación vienen los trabajos sobre la elasticidad del vapor (1790) y el *Essay*, que resumen su experiencia hispano-franco-británica. Se ponen así los fundamentos de la futura escuela. Hay otros elementos que van a enriquecerla en los años siguientes: los piróscafos y los cabrestantes de vapor, las dragas y las máquinas de vapor para las fábricas (Betancourt, Bazaine, Baird y luego Clapeyron) y el siderómetro, las pruebas de materiales (Betancourt, Bazaine, Baird y otros) y las bombas de vapor sobre el canal de Ladoga, y en fin, el primer manual (Destrem) y el primer curso escolar de la mecánica aplicada elaborado por profesores del Instituto durante esa época.[33] ¿No es ésta la fuente y la explicación de la perspicacia de Clapeyron, que da así el segundo paso hacia el nacimiento de la termodinámica?

La actividad de Lamé y Clapeyron como ingenieros de ferrocarriles no hace más que confirmar esta hipótesis. Una vez de vuelta en Rusia, intervienen enérgicamente en los debates sobre la construcción de ferrocarriles en su país, después proponen su primer plan de desarrollo a largo plazo y se convierten en constructores de la primera línea de ferrocarril de vapor de Francia (París-Saint Germain).[34] Los orígenes de esta actividad están todavía por investigar en la experiencia rusa de los dos ingenieros. Desde la década de 1820, la escuela rusa de mecánica aplicada nacida a partir del Instituto de ingenieros de vías de comunicación se amplía a la mecánica de los transportes ferroviarios. En 1830, Bazaine envía a Lamé a Inglaterra para que asista a la apertura de la línea de ferrocarril Liverpool-Manchester. Además del informe fundamental presentado por Lamé a su regreso, este último tiene la intención de escribir una obra sobre los ferrocarriles rusos; asimismo utiliza los materiales recogidos para la enseñanza. En 1831 emprende, con Clapeyron, una serie de proyectos y presenta al ICIVC dos conferencias sobre los ferrocarriles en Inglaterra, en las que entra en polémica con Destrem, defensor de la idea de que el ferrocarril en Rusia no era económicamente rentable.[35]

---

[33] [52].

[34] Sobre esta actividad de Lamé y Clapeyron véase [53].

[35] [4, pp. 148-153; 54, pp. 110-119; 55].

Visto en este contexto, el famoso informe sobre la importancia estratégica de los ferrocarriles para la defensa nacional, presentado por dos ingenieros el 20 de junio de 1832 a la Asociación Politécnica, no es más que la continuación de sus trabajos emprendidos en Rusia.[36] Mas tarde colaboraron en este campo con los hermanos Flachat de los que uno, Eugène, trabajó en Rusia al mismo tiempo que ellos.[37] El rizo se riza de nuevo.

La escuela llamada de Ostrogradsky y sus paradojas

En julio de 1824 Betancourt deja este mundo y Bazaine toma el relevo. El final de la década de 1820 es la época de la efervescencia de la escuela mecánico-matemática que dirige como heredero intelectual de Betancourt. La escuela tiene, pues, su jefe, sus discípulos, su programa de investigación, su órgano periódico, el *Journal des voies de communication*, etc. El horizonte se ensombreció bruscamente a principios de los años treinta tras los cambios radicales que sobrevinieron en la política interior y exterior del gobierno ruso. La situación, que había sido favorable a los franceses hasta entonces, se deteriora progresivamente; se les limita primero la entrada al servicio de la corona, más tarde se les prohíbe. La tensión que se experimenta generalizadamente empuja a los ingenieros franceses a abandonar el servicio. Aunque en 1830 se rechaza la dimisión de Bazaine, éste se da cuenta de que los cambios son irreversibles. Como Betancourt en 1812, debe asegurar a toda costa la enseñanza en el Instituto, perturbada por la represión a que se hallaba sometido. En lugar de los franceses que se marcharon o fueron reprimidos se contrató a tres nuevos profesores, todos rusos, que habían realizado sus estudios en Francia: los matemáticos Ostrogradsky, Bouniakovsky y Kupfer.[38]

Tras la partida de Lamé y de Clapeyron los cursos de mecánica se repartieron definitivamente como sigue: Kupfer – física; Ostrogradsky – mecánica racional, Bouniakovsky – matemáticas. Los cursos de mecánica aplicada y de construcción se confiaron a Melnikov y a Volkov, antiguos alumnos de Clapeyron.[39] Ni Bouniakovsky ni Kupfer crearon escuelas científicas en el ICIVC. Se reconocieron sus méritos como buenos profesores y científicos notables, pero eso es todo. Sólo Ostrogradsky tuvo una escuela propia y ésta lleva desde entonces su nombre.

No obstante persiste una controversia. Matemático y alumno de Cauchy cuyos trabajos destacan en el campo de la mecánica racional, se halla a la

[36] [54, pp. 121; 56]
[37] [57].
[38] [58].
[39] [18; 59].

cabeza de una escuela de mecánica aplicada. Como si su propia obra se desarrollase en paralelo a su experiencia de enseñante y organizador de investigación. El más grande matemático ruso del segundo tercio del siglo XIX no formó a otros matemáticos de su misma talla. Sin embargo, varios ingenieros-mecánicos destacados son considerados discípulos suyos.

Ostrogradsky cuenta en su activo con cierto número de trabajos que, en su tiempo, se consideraban dependientes de las matemáticas y de la mecánica aplicadas y a los que hoy se consideraría en Rusia, según la clasificación vigente, entre las "ciencias técnicas fundamentales". Dichos trabajos conciernen a campos tales como la balística (teoría del péndulo balístico, determinación de la velocidad inicial de los obuses de artillería y estudio de las condiciones generales de su movimiento...), la mecánica de la construcción (el polígono funicular, la cadeneta...) y algunas otras disciplinas. Añadamos que el propio científico se oponía a la división de las matemáticas en puras y aplicadas.[40] En lo que concierne a los dominios teóricos de la mecánica, la llegada de Ostrogradsky no modificó nada el programa de la "escuela de las 3B", sino que fue un impulso para su desarrollo ulterior. Es el autor de magníficos trabajos que desarrollan el principio de las velocidades virtuales y su aplicación a las uniones no-holónomas. Algunos de sus discípulos (por ejemplo Janich) también trabajaron en estas cuestiones. ¡Pero ese es el programa de investigación puesto en marcha por Bazaine y Lamé! Y Ostrogradsky, que desarrolla sus ideas, actúa de hecho como heredero suyo.

Es interesante revisar a la luz de estos hechos el pasaje clásico de N. Moiseev, que data de 1950, redactado por tanto en mitad de la famosa campaña de "lucha contra la generosidad con Occidente". Según el historiador "*La escuela de Ostrogradsky era una escuela científica única en el mundo en materia de mecánica, cuya labor a lo largo de más de un siglo logró encontrar la única vía metodológicamente sana entre la Escila de la teoría pura y la Caribdis de la mecánica aplicada alejada del rigor teórico. En eso ha consistido la gran función histórica de la Escuela de Ostrogradsky*". Y añade en una nota al pie: *"Entre las escuelas científicas extranjeras sólo la actividad de la Escuela Politécnica de París podía igualar en eficacia a la de Ostrogradsky*".[41] Estamos dispuestos a aceptar esas tesis (sin absolutizarlas, claro) a condición de añadir dos matices. Primero: Que la susodicha escuela adquirió el carácter descrito antes de la llegada de Ostrogradsky a San Petersburgo en 1828. Segundo: Sus lazos con la Escuela Politécnica de París eran tan estrechos (tanto a través de sus tres jefes – Betancourt, Bazaine y Ostrogradsky– como a través de sus miembros –Lamé, Clapeyron, Destrem, Potier...) que en cierto sentido puede ser considerada como una sucursal joven nacida en suelo ruso por matrimonio con los expertos escoceses.

[40] [22, p.90].
[41] [15].

Otra paradoja. La llamada escuela de Ostrogradsky cuenta entre sus miembros y discípulos con ciertas personas que enseñan como profesores en el ICIVC en la época en que Ostrogradsky no era todavía más que un estudiante de la universidad Es el caso de Sevastjanov, profesor de geometría descriptiva y alumno de Potier; de Volkov, eterno adjunto de todos los profesores franceses que vigilaban el desarrollo de las construcciones (Raucourt, Ferrandin-Gazan, Henri, Clapeyron); de Melnikov, que llegó a profesor en 1831 y tuvo, pues el mismo rango que Ostrogradsky.[42] Todas estas personas no eran discípulos de Ostrogradsky ni podían serlo. Pero formaron parte efectivemente de la escuela científica presidida por Ostrogradsky desde mediados de los años 30. Queda suponer que llegó a la dirección de una escuela ya existente de la que él mismo formaba parte. Una escuela cuyos miembros se formaron en el crisol multinacional mecánico-matemático animado por las "tres B". Queda reconocer, en fin, que la sustitución decidida por Bazaine en el momento de su marcha fue un enorme éxito. El Ostrogradsky que designó en su lugar se mostró digno sucesor de sus predecesores. La aberración de la memoria y la coyuntura política borraron los nombres de las "tres B" de esta historia, pero Ostrogradsky, canonizado a título póstumo, no tiene nada que ver con ello.

Restituir la memoria perdida y rendir homenaje a las tres B y a su escuela, retomada y desarrollada por Ostrogradsky, es el objetivo principal de esta exposición. Más aún cuando esta escuela, sea cual sea su nombre, es la quintaesencia de la experiencia europea cultivada en suelo ruso. ¿No es este el mejor homenaje que se puede rendir a la acción mediadora del canario Agustín de Betancourt, cuya experiencia europea y sociabilidad natural, desconocedora de fronteras, hizo posible esa colaboración?

---

[42] Veamos cómo se multiplican en la literatura los alumnos de Ostrogradsky. A. Mandryka, hablando de los numerosos alumnos del matemático no cita más que a I. Vysnegradsky [23]. A. Bogoliubov (1983) evoca los nombres de I. Vysnegradsky, D. Zuravsky, G. Pauker, N. Astriembsky y S. Kerbedz [16]. Esto no contradice todavía la lista anterior (1963) propuesta por B. Gnedenko y I. Pogrebysski, que citan los nombres de los ingenieros N. Petrov, P. Sobko, V. Sklarevic, K. Anis, P. Lavrov, V. Berens, E. Sabinin, N. Budaev [14, pp. 263-264]. Según los índices formales esas listas no suscitan objeciones en la medida en que todos los enumerados siguieron los cursos de Ostrogradsky. No parece casual, sin embargo, que los Voronin, autores de la obra sobre Kerbedz, se abstuvieran de asociar a dicho ingeniero con la escuela, a la vez que subrayaban que había sido alumno de Melnikov [17, pp. 10, 137]. No obstante, en su tesis de candidatura (1980) M. M. Voronina no vacila en colocarlo entre los miembros de la escuela, y añade a la lista, además de los ya citados, a los ingenieros N. Lipin, V. Gluhov, A. Dobronravov, F. Enrold y N. Bozeranov [18]. En la tesis de doctorado (1999) es algo más prudente aunque menos consecuente. Después de haber enumerado los alumnos de Ostrogradsky que formaban parte de su escuela de mecánica analítica y aplicada – Kerbedz, Zuravski, Sobko, Astriembsky, Visnegradsky, Petrov y Pauker, dice Voronina que "*a su vez enseñaban los cursos de mecánica prácticamente en todas las instituciones escolares de San Petersburgo, así como en Moscú.*" Y cita el ejemplo de Melnikov, ausente de la lista de alumnos, colocándolo de facto en el mismo grupo [19, f. 177-178].

Referencias bibliográficas

CGIA – Central'nyj gos. istoričeskij arhiv.
M. – Moskva
SPb. – Saint-Pétersbourg
ŽPS – Žurnal putej soobŝeniâ
JVC – Journal des voies de communication
JGC – Journal du Génie civil
IMI – Istoriko-matematičeskie issledovaniâ
VIET – Voprosy istorii estestvoznaniâ i tehniki
IIET – Institut istorii estestvoznaniâ i tehniki AN SSSR

1. *Betancourt: Los inicios de la ingeniería moderna en Europa* / CEHOPU. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid 1996, p. 373 .
2. Bogoliubov A.N. *Avgustin Avgustinovič Betancur: 1758-1824*. M.: Nauka, 1969, p. 152 .
3. Bogoliubov A. *Un héroe español del progreso: Agustín de Betancourt*. Seminarios y ediciones, S.A., Madrid 1973, p. 188 .
4. Gouzévitch [Guzevič] D., Gouzévitch [Guzevič] I. *Petr Petrovič Bazen [Bazaine]: 1786-1838*. SPb.: Nauka, 1992, p. 234.; [2e éd.]. 1995. [4], p. 240.
5. Gouzévitch I. "Augustin de Bétancourt, les ingénieurs de son entourage et la société russe dans les années 1810–1830", *XIX International Congres of history of science: Zaragoza (Spain) 22-29 August 1993: Book of abstracts–scientific sections*. Zaragoza 1993, p. Bet. 3; Idem. "L'Institut du corps des ingénieurs des Voies de communication de Saint-Pétersbourg: des modèles étrangers à l'école nationale: 1809-1836", *La formation des ingénieurs en perspective: Modèles de référence et réseaux de médiation, XIXe et XXe siècles* / Ed. I. Gouzevitch, A. Grelon, A. Karvar. París 2003, p. 11. En prensa; Gouzévitch D., Gouzévitch I. "Note de l'ingénieur-colonel Raucourt de Charleville concernant des voies de communication en Russie / Avec la part. de W. Berelowitch", *Cahiers du monde russe*. 1996, octubre-diciembre. T.37, n° 4, pp. 479-504; Idem. "Les corps d'ingénieurs comme forme d'organisation rofessionnelle en Russie: genése, évolution, spécificité: XVIIIe et XIXe siècles", *Ibidem*. 2001. T.41, n° 4, pp. 569-614; Gouzévitch D. "Agustin de Bétancourt entre l'Espagne, la France et la Russie: un axe de transfert technico-scientifique au XIXe siècle", *Frontera y comunicación: III coloquio hispano-ruso (Madrid-Toledo, 23-25 octubre 2001): Actas*. Madrid, 1995, p. 20. En prensa; Idem. *L'Art, les sciences et les pratiques de l'ingénieur dans la 2ème moitié XVIIe - début du XIXe ss. = Stanovlenie sistemy naučno-tehničeskogo znaniâ i professional'noj deâtel'nosti vo 2^oj polovine XVIII – na čale XIX veka*. SPb, 1998 p. 112 .
6. Gouzévitch D. *L'enseignement de la mécanique appliquée à l'Institut des Ingénieurs des voies de communication de Saint-Pétersbourg et la mise en place de l'école mécanico-mathématique dite d'Ostrogradsky: Première moitié du XIXe siècle*. París 1997, p. 17. Manuscrito, archivos IDG.
7. Gouzévitch I., Gouzévitch D. "Le "grand tour" des ingénieurs et l'aventure internationale de la machine à vapeur de Watt: un essai de comparaison hispano-russe", *Maquinismo ibérico,* Madrid 2003, p. 36. En prensa.

8. Gouzévitch I. *L'histoire de la mise en place de l'enseignement de la mécanique appliquée à l'Institut des Ingénieurs des voies de communication de Saint-Pétersbourg*. París 1997, p. 16. Manuscrito, archivos IDG.
9. Larionov A.M. *Istoriâ Instituta Inženerov putej soobŝeniâ Imperatora Alek - sandra I za pervoe stoletie ego suŝestvovaniâ: 1810-1910*. SPb, 1910. VIII, p. 409; Sokolovskij E. *Pâtidesâtiletie Instituta i Korpusa Inženerov putej soobŝeniâ: Istoričeskij očerk*. SPb, 1859. XIV, 149 p.; Žitkov S.M. *Institut Inženerov putej soobŝeniâ Imperatora Aleksandra I: Istoričeskij očerk*. SPb., 1899. VI, p. 500; [Andreev P.N.] "Očerk sostoâniâ Instituta Inženerov putej soobŝeniâ v carstvovanie Imperatora Aleksandra I", *Inženernye zapiski*. – 1878. T. 4, vyp. 2, pp. 1-20; [Kipriânov V.A.] "K vospominaniâm o Korpuse Inženerov Putej Soobŝeniâ i ego institute", *Očerki: Iz zapisok V.A.K*. Vyp. 1. M., 1882, pp. 163-235; Orduña, Carlos de. *Memorias de la Escuela de Cami - nos: Primera época,* Voluntad, Madrid 1924, p. 117.
10. Rumeu de Armas, A. *Ciencia y tecnología en la España ilustrada: La Escuela de caminos y canales*. Ed. Turner, Madrid 1980, p. 554.
11. *Leningradskij ordena Lenina Institut inženerov železnodorožogo transporta im. akademika V.N.Obrazcova: 1809-1959*. M.: VIPO MPS, 1960, p. 388.
12. Gnedenko B.V. "Mihail Vasil'evič Ostrogradskij", *Lûdi russkoj nauki*. T. 1. M.; L.: Tehteorizdat, 1948, p.103.
13. Gnedenko B.V. *Mihail Vasil'evič Ostrogradskij: Očerki žizni, naučnogo tvorčestva i pedagogičeskoj deâtel'nosti*. M.: Gostehteorizdat, 1952, p. 332 .
14. Gnedenko B.V., Pogrebysskij I.B. *Mihail Vasil'evič Ostrogradskij, 1801-1862: Žizn' i rabota: Naučnoe i pedagogičeskoe nasledie*. M.: Izd-vo AN SSSR, 1963, p. 271 .
15. Moiseev N.D. "Obŝij očerk razvitiâ mehaniki v Rossii i v SSSR", *Mehanika v SSSR za tridcat' let: 1917 – 1947: Sb. statej*. M.; L.: Gostehteorizdat, 1950, p.16.
16. Bogoliubov A.N. *Matematiki, mehaniki: Biografičeskij spravočnik*. Kiev: Naukova dumka, 1983, pp. 360-361; Bogolûbov A.N., "Štokalo I.Z. Vvedenie", *Istoriâ mehaniki v Rossii*. *Ibidem*, 1987, p. 6.
17. Voronin M. I., Voronina M.M. *Stanislav Valerianovič Kerbedz: 1810-1899*. L.: Nauka, 1982, p. 176 .
18. Voronina M.M. *Stanovlenie prikladnoj mehaniki v Rossii: I pol. XIX v.: Diss. ... kand. fiz.-mat. n*. M., 1980, p. 165 s.
19. Voronina M.M. *Istoriâ razvitiâ prikladnoj mehaniki v Rossii v XIX stoleyii : Primenitel'no k problemam transporta: Diss. ... dokt. teh. n*. SPb., 1999, p.291 s.
20. Voronin M.I. *Issledovanie stanovleniâ i razvitiâ transportnoj nauki i tehniki v oblasti izyskanij i proektirovaniâ železnyh dorog ot ih vozniknoveniâ do načala socialističeskoj industrializacii v SSSR: Diss. ... dokt. teh. n*. L., 1973 p.55 s.
21. Maron I.A. Akademik M.V. "Ostrogradskij kak organizator prepodavaniâ matematičeskih nauk v voenno-učebnyh zavedeniâh Rossii Ostrogradskogo", *IMI*. 1950. Vyp.3, pp.197-340.
22. 150 let so dnâ roždeniâ M .V. Ostrogradskogo: "Ûbilejnye sessii i zasedaniâ v Moskve i na Ukraine" *Vestnik AN SSSR*. 1951. N.º 12, pp.88-92.
23. Mandryka A. *Vzaimoszâz' mehaniki i tehniki: 1770-1970*. L.: Nauka, 1975, pp.108-109.

24. Grigor'ân A.T. Rol' M.V. "Ostrogradskogo v razvitii mehaniki v Rossii", *Tr. IIET*. T.28. 1959, p.251.
25. Pugina L.V. *Stanovlenie Peterburgskoj matematičeskoj školy: Diss. … kand. fiz.-mat. n*. M., 1992, p. 189 s.
26. Bogoliubov A.N. Učeniki M.V. "Ostrogradskogo, russkaâ škola prikladnoj mehaniki" *Ist. mehaniki v Rossii*. Kiev: Naukova dumka, 1987, pp. 169-172.
27. CGIA SPb. F.381. Op.13. D.388: *Ob opredelenii v IKPS professorami ad"ûnktov Imp: AN Ostrogradskogo i Bunâkovskogo*. 1830-33, p. 17 ss.
28. Gnedenko B.V., Maron I.A. "Očerk žizni, naučnogo tvorčestva i pedagogičeskoj deâtel'nosti M.V. Ostrogradsky", Ostrogradsky M.V. *Izbrann - ye trudy*. M.: Izd-vo AN SSSR, 1958, pp. 380-457.
29. Ostrogradsky M.V. *Izbrannye trudy*. M.: Izd-vo AN SSSR, 1958, p. 583; Idem. *Polnoe sobranie trudov: V 3-h t.* 3 t. Kiev.: Izd-vo AN USSR, 1959-61; Antropova V.I. "Publičnye lekcii po integral'nomu isčisleniû M.V. Ostrogradskogo", *Tr. IIET*. T.5. 1955, pp. 304-320; Bogolûbov A.N., Štokalo I.Z. "Programma po analitičeskoj mehanike M.V. Ostrogradskogo", *IMI*. 1973. Vyp.18, pp.289-294; Gajduk Û.M., Naumov I.A. K "naučnoj biografii M.V. Ostrogradskogo", *VIET*. 1979. Vyp.10, pp.62-64; Prudnikov V.E. *Russkie pedago - gi–matematiki XVIII-XIX vekov: Posobie dlâ u čitelej*. M.: Učpedgiz 1956, p. 640. M.: Gosučpedizdat Minpros RSFSR, 1956, pp. 254-291; Idem. "Četyre pis'ma k M.V. Ostrogradskomu", *IMI*. 1954. Vyp. 7, p. 716-719; Ûškevič A.P. "O neopublikovannyh rannih rabotah M.V. Ostrogradskogo", *IMI*. 1965. Vyp.16, pp.11-48.
30. Bazaine P.D. *Mémoire sur la théorie du mouvement des barques à vapeur et sur leur application à la navigation des canaux, des fleuves et des rivières*. SPb., 1817, p. 79.
31. Jouffroy, le marquis de. *Bateaux à vapeur*. Le Normant, París 1816. 40, p. 8.
32. Carnot, Sadi. *Réflexions sur la puissance motrice du feu* / Éd. critique avec introd. et comment. par Robert Fox., Librairie philosoph. J. Vrin, París 1978, p. 371 .
33. Rumeu de Armas, A. *El real gabinete de máquinas del buen retiro: Origen, fundación y vicisitudes Una empresa técnica de Agustín de Betancourt,* Castalia, Madrid 1990, p. 246.
34. Fontanon C. "Les origines du Conservatoire national des arts et métiers et son fonctionnement à l'époque révolutionnaire: 1750-1815", *Les Cahiers d'his - toire du CNAM*. 1992. N.º 1, pp. 17-44; Mercier A. *L'Abbé Grégoire et la cré - ation du Conservatoire national des arts et métiers*. CNAM, París 1989, p. 51; De Place D. "Le sort des ateliers de Vaucanson, 1783-1791, d'après un document nouveau", *Hist. and Techn.* 1983. Vol. 1, pp. 79-100.
35. Luazo Ž. [Loiseau J. ?]. Tokarnyj stanok A.K. "Nartova vo Francuzskom Nacional'nom hraniliše iskusstv i remesel", *VIET*. 1957. Vyp.3, p.212-216; *Testament et codicils de Messire Louis-Leon Pajot Comte d'Ons-en-Bray; du 5 Novembre 1753*. [S.l.], 1753, p. 31; "Eloge de Mr. D'Ons-En Bray", *Histoi - re de l'Académie Royale des sciences: An. 1754*. T.7. Amsterdam 1763, pp. 212-228; "D'Ons-En Bray", *Nouvelle biographique générale*. T.38., Firmin Didot frères, París 1864. Col. 693-695.
36. Britkin A., Vidonov S. *Vydaûšijsâ mašinostroitel' XVIII v. A.K. Nartov* . M.: GNYI Mašinostroit. lit-ry, 1950, p. 184; Sinigaglia R. *Andrej Konstantinovič Nartov nello sviluppo tecnico-scientifico della Russia del XVIII sècolo* . Geno-

va, 1981, set, p. 88 (*Quaderni del Centro di Studio sulla storia della tecnica del Consiglio Nazionale delle Ricerche*. N.º 6). Vasiliev V. Sočinenie A. K. Nartova ""Teatrum Machinarum": k istorii peterburgskoj "Tokarni Petra I"", *Trudy GÈ*. T. 3: *Ruskaâ kul'tura i iskusstvo*. L.: Izd-vo GÈ, 1959, pp. 41-92; Zagorskij F. A.K.Nartov – vydaûŝijsâ mašinostroitel' XVIII veka // *Trudy IIET*. T. 13: *Istoriâ mašinostroeniâ i transporta*. M., 1956, pp. 3-34. Idem. *Andrej Konstantinovič Nartov: 1693-1756*. L.: Nauka, 1969, p. 167; Gouzévitch I. "Une nouvelle génération d'enseignants: l'avénement de la mécanique appliquée en Russie avant 1850", *Recherche scientifique, innovation industrielle et formation spécialisée: les professeurs des écoles d'ingénieurs et le développement de la culture technique moderne (XVIIIe - XXe siècles): Symposium S 25* / Ed. I. Gouzévitch, A. Grelon. Mexico 2003. (Vol. des *Actes du XXI Congrès International d'Histoire des Sciences, Mexique,* 8-14 Julio de 2001). En prensa.

37. Bétancourt A. *Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau.* [s.a.], p. 46, 5 s. de pl. Bibl. de l'ENPC, Mss.184. No visu; Cioranescu, A. Agustín de Betancourt su obra técnica y científica, Inst. de Estudios canarios, La Laguna 1965, pp. 117-126.
38. Ortiz E. L. "José Maria de Lanz and the Paris-Cadiz axis", *Naissance d'une communauté internationale d'ingénieurs (première moitié du xixe siècle): Acte de la journée d'étude 15-16 décembre 1994 (CRHST, Cité des sciences et de l'industrie Édités)* / Éd. I. Gouzévitch, P. Bret. París 1997, p. 56-77; García de Diego J. A. *En busca de Betancourt y Lanz*. Editorial Castalia, Madrid 1985, p. 229; Rumeu de Armas, A. *El científico mexicano José María de Lanz, fundador de la cinemática industrial*. Madrid: IDE, 1983. 129 p.; Heredia E. A. "José de Lanz, un mexicano al servicio de las Provincias unidas del Río de la Plata y de la Gran Colombia: 1816-1827", *Anuario de estudios americanos* (Sevilla). T. 47. 1990, pp. 497-538; Demerson J. *José Maria de Lanz, Prefecto de Córdoba*, Castalia, Madrid 1990, p. 92
39. Lanz J. M. et Bétancourt A. *Essai sur la composition des machines*. París 1808, p. 120, p. 10 s. de pl.; Idem. 2de éd. Bachelier, París 1819 p. 184, 12 s. de pl.; Idem. *Versuch über die Zusammensetzung der Maschinen.* Rücker, Berlín 1829. 156 s., 12 gez.; Idem. *Ensayo sobre la composición de las máquinas*. Castalia, Madrid 1990. Pág. div.
40. Gouzévitch I. "A la conquête d'un monde inconnu ou les vicissitudes de quatre polytechniciens en Russie." París 1993, p. 19 Manuscrito, archivos IDG.
41. Gouzévitch I., Gouzévitch D. *Les espagnols en Russie,* París 1993, p. 10. Manuscrito, archivos IDG.
42. Sniatkov S., "Sniatkova A. Origins of Russian Metal Architecture and Scotch Metallurgy School", *De l'universalisme amateur au professionnalisme institutionnalisé: la mise en place du métier du savant: XVIIIe - XXe siècle: Symposium S 7* / Ed. S. Demidov, D. Gouzévitch, Ch. Phili. Mexico, 2003. (Vol. des *Actes du XXI Congrès International d'Histoire des Sciences, Mexique, 8-14 Julio de 2001*). En prensa.
43. Gladkih R. "Privatnoe delo", *Kraeved Karelii*. Kareliâ, Petrozavodsk 1990, pp. 68-87; Karpuŝenko V., Maškov B. "Na sed'moj verste Petergofskoj dorogi", *Bloknot agitatora* (L.). 1981. N.º 21, p.47-54; Bartlett R. "Charles Gascoigne in Russia: A case study in the diffusion of British technology, 1786-1806", *Russia and the West in the Eighteenth century*. Newtonville (Mass.):

Orient. Res. Partn., 1983, pp. 354-367; Idem. "Scottish Cannon-founders and the Russian Navy: 1768-85", *Oxford Slavonic Papers*. 1977. N.s., n° X, pp. 51-72.

44. Virginskij V. *Robert Ful'ton: 1765-1815*. M.: Nauka, 1965, pp. 202-251; Zaharov V. "Načalo parohodostroeniâ v Rossii", *Sudostroenie*. 1972. N.º 7, pp. 53-56; N.º 8, pp. 59-62; N.º 10, pp. 49-54; *Rečnoe sudohodstvo v Rossii* / M. Amusin, B. Bogdanov, V. Ivanov [et al.]; Pod red. M.Čebotareva. M.: Transport, 1985, p. 352; Brandt A. *Očerk istorii parovoj mašiny i primeneniâ parovyh dvigatelej v Rossii*. SPb., 1892, p. 70; Furer L. N. K "istorii razvitiâ volžskogo sudohodstva", *Istoriâ SSSR*. 1959. N.º 2, p.153; Melnikov P. K "istorii razvitiâ parohodstva na Volge: Zapiska P. P. Mel'nikova "Poezdka na Zolgu"", *Krasnyj arhiv*. T.4-5(89-90). 1938, pp. 309-335; "Èto interesno interesno znat'", *Rečnoj transport*. 1961. N.º 7, p.23; Virginskij V. "150-letie parovogo sudohodstva v Rossii", *VIET*. Vyp. 19. 1965, pp. 144-145; Danilevskij V. "Pervye russkie parohody: K 125-j godovŝine postrojki pervogo parohoda v Rossii", *Morskoj sb*. 1941. N.º 1, pp. 53-68; Brandt A. *Stoletnij ûbilej parohodnogo dela v Rossii: 1815-1915*. Petrograd: Izd-e žurn. "Teplohod", 1917, p. 11; Virginskij V., Zaharov V. "Novye materialy o pervom russkom parohode", *Sudostroenie*. 1974. N.º 8, pp. 55-58; Kyckov V. "Imel li nazvanie pervyj russkij parohod?", *Ibidem*. 1973. N.º 10, pp. 56-57; Arenin È. "Pervyj rejs pervogo parohoda", *Smena* (L .). 1972, 23 and 25.01. p. 4; "Passažirskij parohod na Neve", *Literat. nasledstvo*. T.58. M.: Izd-vo AN SSSR, 1952, p. 81; Virginskij V. *Očerki istorii nauki i tehniki XVI-XIX vekov*. M.: Prosveŝenie, 1984, pp. 178, 180; Vadimov V., "Morskie passažirskie perevozki Rossii", *Morskoj flot*. 1972. N.º 2, p. 67; Basevič V., "Parohody Rossii", *Ibidem*. 1993. N.º 3-4, pp. 38-39; Tower T., *Memoir of the Late Charles Baird, esq., of St. Petersburgh, and of his Son, the Late Francis Baird, esq., of St. Petersburgh, and 4, Queen's Gate, London; Members of the Institution of Civil Engineers in England, of the Council of Manufacturers in Russia, Noble - men, Merchants of the First Guild, etc., etc.*, Harrison & Sons, 59, Pall Mall, Londres 1867, p. 19

45. Daniličev S. "Inžener sudohodstva", *V mire knig*. 1970. N.º 7, p. 23; Idem. "Pervaâ kniga v Rossii po teorii parovyh sudov", *Rečnoj transport*. 1962. N.º 2, p. 45.

46. RGIA. F. 208, op.1, d.138: Žurnal Komissii proektov i smet, 1839, f.373; Traitteur G. *Plans, profils, vues perspectives et détails des ponts en chaines Exécutés à Saint-Pétersbourg, sous la direction de Son Altesse Royale le Duc Alexandre de Wurtemberg, en 1824*. SPb., 1825. F.9; Lamé. O visâčih mostah // *Žurnal putej soobŝeniâ*. 1826. Kn.3, p.55-81; Ganri (Henry). "Ob upotreblenii železa pri sooruženii visâčih mostov", *Ibidem*. 1827. Kn. 5, p.22-45; Kn.9, p.33-64; Henry. "Mémoire sur l'emploi du fer dans les ponts suspendus", *Journal des voies de communication*. 1826. N.º 5, p.19-43; 1827. N.º 9, p.29-55; Lamé. "Mémoire sur les ponts suspendus", *Ibidem*. 1826. N.º 3, pp. 49-71; Idem, *Journal du génie civil*. 1828. T.1, p.245-260; Henry. "Mémoire sur l'emploi du fer dans les ponts suspendus", *Ibidem*, pp. 219-236; Nikolai L. Kratkie istoričeskiâ dannye o razvitii mostovogo dela v Rossii. SPb., 1898, pp. 51-52; Rakčeev E. Dmitrij Ivanovič Žuravskij: 1821 - 1891. M.: Nauka, 1984, p. 38; Voronina M. *Gabrièl' Lame <Lamé> : 1795-1870*. L.: Nauka, 1987, pp. 71-72; Idem. *Stanovlenie prikladnoj mehaniki v Rossii: I pol. XIX*

v.: Diss. ... kand. fiz.-mat. nauk. M., 1980. F.59-60; Fedorov S. *Der Badische Ingenieur Willhelm von Traitteur als Architekt russischer Eisenkonstruktionen = Badenskij inžener Vil'gel'm fon Tretter – master russkoj "metalličeskoj" arhitektury*. Karlsruhe: Inst. für Baugeschichte, 1992. S.34-43; Idem. *Wilhelm von Traitteur: Ein badischer Baumeister als Neuerer in der russischen Archi - tektur 1814-1832*. Berlín 2000. S.132-133. Et al.

47. Bazaine P.D. "Mémoire sur l'établissement des bassins d'épargne dans les canaux de navigation, et sur les moyens d'économiser une grande partie de l'eau qui se dépense annuellement au canal de Ladoga", *Mémoires de l'Acad. <...> de science de SPb*. 1824. T. 9, pp. 222-262; Idem, *JVC*. 1826. Kn. 1, pp. 8-28; Kn. 4, pp. 1-36; "Idem", *JGC*. 1828. T. 1, pp. 371-408; Idem. " O postroenii vodohraniliŝ dla sudohodnyh kanalov i o sposobe sberegat' vodu, ežegodno izderživaemuû v Ladožskom kanale", *ŽPS*. 1826. Kn. 1, pp. 9-30; Kn. 4, pp. 1-38; Idem. "O novom iskusstvennom sposobe umen'šat' rashod vody v kanalah i o novoj sisteme malogo sudohodstva", *ŽPS*. 1826. Kn. 6, pp. 16-37; Idem. "Sur les canaux de petite navigation", *JVC*. 1826. N.º 6, p. 15–34; Idem. "Notice sur un nouvel artifice propre à diminuer la dépense d'eau des canaux en général, et sur un nouveau système de petit navigation", *JGC*. 1828. T. 1, pp. 479-492.
48. Gouzévitch [Guzevič] D. "Granitnye šlûzy Šlissel'burga", *Pamâtniki nauki i tehniki: 1989*. M.: Nauka, 1990, p. 71-82; Gouzévitch [Guzevič] I. *Materialy k istoričeskoj spravke "Gidrotehničeskij kompleks Šlissel'burgskih šlûzov"*. L., 1988, p. 61 s. Arhiv Inspekcii po ohrane pamâtnikov Leningr. obl. N.º 354.
49. Bétancourt. *Mémoire sur un nouveau système de navigation intérieure, pré - senté à l'Institute Nationale de France*. París 1807, p. 46; Monge, Bossut, Prony. "Rapport fait à la première classe de l'Institut <...> sur un projet d'écluse à flotteur, présenté par M. de Bétancourt", *Le Moniteur un iversel.* 1807, 9.10. N.º 282, pp. 1090-1092; Bétancourt. "Mémoire sur un nouveau système de navigation intérieure", *Deuxième recueil de divers mémoires: Extraits de la Bibliothèque impériale des ponts et chaussées à l'usage de mm: les ingénieurs* / Publ. par P.-C. Lesage. L'Impr. d'Hacquart, París 1808, pp. 107-138; "Bossut, Monge, Prony. [Rapport, 14.9.1807]", *Idem*, pp. 139-150; Prony. "Sur une nouvelle Ecluse, inventée par M. de Betancourt", *Nouveau bulletin des sciences, par la S^té philomatique de Paris*. T. 1. 1807, pp. 38-43; Idem, *Bulle - tin de la S^té d'encouragement pour l'industrie nat.* An 7, n°43, pp. 6-12; Prony. "Notice sur la nouvelle Ecluse de M. de Betancourt", *Journal de l'Ecole Poly - technique*. T.8. 1809, pp. 146-161.
50. Clapeyron É. "Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur", *Journal de l'Ecole Royale Polytechnique*. T.14. 1834, pp. 153-190.
51. Birembaut A. "La découverte des *Réflexions*... par Clapeyron", *Sadi Carnot et l'essor de la thermodynamique: Paris, Ecole Polytech., 11-13.6.1974*. CNRS, París 1976, pp. 191-193.
52. Destrem M. *Traité de mécanique à l'usage des élèves de l'Institut des ingé - nieurs des voies de communication*. SPb., 1820. XIX, p. 397; Clapeyron B. *Leçons de mécanique appliquée*. [SPb, 1828], p. 44, 34 pl. Lithogr.
53. Lamé G., Clapeyron É., S. et E. Flachat. *Vues politiques et pratiques sur les tra - vaux publics de France*. Impr. d' Éverat, París 1832, p. 336; Clapeyron É. *Notice sur les travaux de M. Émile Clapeyron, ingénieur en chef des mines*. Mallet-Bachelier, París 1858 p. 11; Idem. "Sur le réglement des tiroires dqns

les machines à vapeur", *Bulletin de la S^té d'encouragement pour l'industrie nat*. 1842, mai. An.41, n°455, pp. 203-204; Idem. "Note sur des expériences faites au nouveau chemin de fer Saint-Germain, avec une locomotive de la construction de M. Flachat", *Idem*. 1846, juillet. An.45, n°505, pp. 413-414; Combe Ch. *Discours prononcé aux funérailles de M. Clapeyron au nom de la Section de mécanique, le samedi 30 janvier 1864*. Institut imp. de France, Acad. des sc., París 1864, p. 6; Bertrand, París, 1870, pp. 11-14; Bradley M. "Franco-Russian Engineering Links: The Careers of Lamé and Clapeyron: 1820-1830", *Annals of Science*. 1981. N.º 30, p.307-308; Autin J. *Les frères Pereire: le bonheur d'entreprendre*. Librairie Acad. Perrin, París 1983. 428 p.; Ribeill G. *La révolution ferroviaire: La formation des compagnies de chemins de fer en France: 1823-1870*. París-Belín 1993, p. 480.

54. Voronina M.M. *Gabrièl' Lame: 1795-1870*. L.: Nauka, 1987 p. 198.
55. Destrem M. "Obŝie suždeniâ ob otnositel'nyh vygodah kanalov i dorog s koleâmi, i priloženie vyvodov k opredeleniû udobnejšego dlâ Rossii sposoba perevozki tâžestej / Per. majora Vasil'eva", *ŽPS*. Kn. 21. 1831, pp. 1-90; Destrem. "Considérations générales sur les avantages relatifs des canaux et des chemins à ornières, et application du mode de transport le plus avantageux pour la Russie", *JVC*. N.º 21. 1831, pp. 1-77; Del'vig A.I. *Moi vospominaniâ*. T. 1. M., [1912], pp. 240-241; Sokolovskij E. *Pâtidesâtiletie Instituta i Kor - pusa inženerov putej soobŝeniâ*. SPb., 1859, pp. 41-42.
56. Costabel P. *L'Accueil des idées de Sadi Carnot et la technologie française de 1820 à 1860: de la légende à l'histoire*. Librairie philosoph. J. Vrin, París 1980 p. 103; Brodânskij V.M. *Sadi Karno: 1796-1832*. M.: Nauka, 1993, p.128.
57. Auclair A. *Les ingenieurs et l'equipement de la France: Eugène Flachat: 1802-1873*. Le Creusot; Montceau-les-Mines: Economisée de la Comm. Urbaine Le Creusot - Montceau-les-Mines, 1999 p. 315.
58. CGIA SPb. F. 381, op. 13, d. 388: *Ob opredelenii v IKIPS professorami Ad'ûnktov Imperatorskoj Akademii nauk Ostrogradskogo i Bunâkovskogo*. 24.5.1830-8.9.1833, p. 17 s.
59. Voronina M.M. "Stanovlenie kursa prikladnoj mehaniki v vysših tehničeskih učebnyh zavedeniâh Peterburga", *VIET*. Vyp. 3 (52). 1976, pp. 63-65.

Traducido del inglés por Carlos Martín Collantes
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia

EXPEDICIONES CIENTÍFICAS A LAS ISLAS CANARIAS EN EL PERIODO ROMÁNTICO (1770-1830)

José Montesinos
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia

Jürgen Renn
Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte

1. Introducción

Entre 1770 y 1830 viajaron a las Islas Canarias cerca de 30 expediciones científicas[1]. Para la mayoría de ellas, Canarias era un lugar de aprovisionamiento, de paso obligado en la ruta hacia América o los Mares del Sur. Ellos constituían entonces la frontera del mundo conocido y dominado por las potencias europeas. Si se estudian los viajes que se emprendieron en el periodo al que nos referimos, se pueden distinguir dos tipos de viajes.

El primero es el formado por las expediciones financiadas por los Estados, estrechamente relacionadas con las Instituciones Científicas oficiales; se caracterizan por tener unos objetivos científicos estrictamente determinados. La mayor parte de ellas tuvieron lugar antes de 1800 y estaban inspiradas por el espíritu de la Ilustración y del progreso. En 1715, el británico Edens asciende al pico Teide: su relato, publicado en las *Transactions Philosophicae*, fue leído por toda la comunidad científica del momento, contribuyendo así a convertir la subida al Teide en un referente obligatorio para todas las expediciones que visitaban las Islas. Aunque anterior al periodo aquí estudiado, tuvo cierta importancia también la expedición de

[1] En cuadro sinóptico adjunto quedan recogidos los datos básicos de las mismas. Para más información ver la obra de Herrera Piqué *Descripción física de las Islas Canarias*: *Las Islas Canarias, escala científica en el Atlántico: viajeros y naturalistas en el siglo XVIII*, Rueda, Madrid 1987.

Louis Feuillée, en 1724, enviado expresamente a medir la longitud del meridiano de la isla de Hierro con respecto al observatorio de París y a cartografiar las Islas. Recorrió Tenerife, La Palma, Hierro y la Gomera, realizando el informe general más completo hasta ese momento. Especialmente destacables son las expediciones de Charles Borda en 1771 y 1776, en las que se consigue finalmente, con la ayuda de instrumentos de medición más precisos, el cálculo exacto de las longitudes de las Canarias y una correcta medición de la altura del pico Teide. De esta clase de expediciones sufragadas por los Estados, en el presente trabajo hablaremos con detenimiento de la expedición Baudin-Ledru, realizada en 1796.

El segundo tipo de viajes comprende las expediciones que tuvieron lugar a partir de iniciativas más o menos privadas. Alexander von Humboldt fue el pionero de ellas. En 1799 viajó a Canarias de un modo distinto al que era usual hasta entonces. Independientes de las Academias, el carácter individual y privado de estas expediciones aunaban el afan de aventura, con el deseo de conocimiento y una nueva visión unitaria de la Naturaleza inspirada por la filosofía natural. Las expediciones de von Buch-Smith, Broussonet, Webb y Berthelot son típicas de esta clase de viajes. Para ellos las Islas Canarias dejan de ser un lugar de paso hacia metas más ambiciosas para convertirse en objeto de investigación con entidad propia en geografía natural, botánica, geología y zoología, a las que se sumarán posteriormente, la medicina y la astronomía. En un panorama dominado hasta ese momento por Francia e Inglaterra irrumpe con empuje y brío la Alemania del periodo romántico, cuya presencia en las Islas se irá incrementando.

De esta clase de viajes realizados por iniciativa privada, trataremos aquí de la expedición de von Buch-Smith, auspiciada por Humboldt, que es el viajero romántico por excelencia.

2. La expedición Baudin-Ledru (1796)

Cuando en 1796 la goleta *Belle Angelique*, de camino a las Antillas al mando del capitán Baudin, sufre desperfectos graves a consecuencia de un temporal, debe permanecer más de cuatro meses en reparación en la Isla de Tenerife[2]. La estancia es aprovechada por los naturalistas de a bordo[3] para hacer el primer informe extenso, de carácter general, sobre Canarias[4].

[2] En realidad, los daños causados por el temporal hacen inviable su reparación y Baudin decide continuar el viaje hacia la isla de Trinidad en un brik americano *La Fanny*, dejando en Tenerife a la mitad de la tripulación inicial, compuesta por 108 hombres.

[3] Ledru, botánico; Mauger, zoólogo; Riedlé, jardinero; Tuffet, médico; Advenier, alumno de la Escuela de Minas.

[4] *A bordo de la goleta Belle-Angelique, en el puerto de Santa Cruz, isla de Tenerife, el 20 de Brumario, año V (10 de noviembre de 1796). Al ciudadano Ledru, botánico: los desgraciados*

Es muy ilustrativo analizar el texto de12 páginas que conforman las Instrucciones que Antoine Laurent de Jussieu (1748-1836), Director del Museum National d'Histoire Naturelle de París, redacta para la expedición de Baudin, cuyo objetivo principal era recuperar una valiosa colección de objetos de Historia Natural[5]. El ciudadano Jussieu, perteneciente a una familia de botánicos ilustrados, detalla con gran precisión las tareas y obligaciones de cada uno de los científicos de la expedición, además de dar una serie de consignas o consejos de naturaleza política:

> [...] Ils auront grand soin de se concilier les administrateurs et les habitants, et **de leur bien prouver qu'il n'est question dans l'entreprise que du progrés des sciences**, de la recherche des productions naturelles de l'ile: recherche qui loin de préjudicer, peut tourner au profit de la colonie, puisque **les decouvertes dans les sciences offrent toujours des avantages réels** .[6]

Y respecto a los marineros, Jussieu anota para el capitán:

> [...] Il leur rappellera qu'ils doivent se conserver pour remplir mieux la mission qui leur est confiée et qu'ils doivent compte d'eux mêmes au gouvernement et aux savants, qui attendent d'eux les moyens de **reculer les limites de la science**[7]

Jussieu se extiende con profusión de detalles en las instrucciones de los trabajos científicos a realizar, siguiendo la clasificación linneana de los seres y

---

acontecimientos que hemos sufrido en el mar [...] habiéndome obligado a suspender la ruta prevista [...] esta circunstancia, que retrasa en mucho la misión que debíamos cumplir [...] pudiendo sin embargo contribuir a aumentar nuestras investigaciones en botánica y en historia natural [...] los descubrimentos que ustedes podrán hacer serán una especie de indemnización de los gastos que nuestra estancia aquí van a ocasionar a la República [..]. Salud y Fraternidad, N. Baudin.

[5] *195 especies de plantas vivas, una gran cantidad de conchas, madréporas, fósiles, minerales, peces, insectos, cuadrúpedos, pájaros disecados, etc*, que Baudin había tenido que dejar en la isla de Trinidad en un viaje anterior.

[6] *Tendrán buen cuidado de conciliarse a los administradores y habitantes, y probarles que el único tema de la empresa es el progreso de las ciencias, la investigación de los productos naturales de la isla: investigación que, lejos de perjudicar, puede resultar en beneficio de la colonia, puesto que los descubrimientos de las ciencias siempre ofrecen ventajas reales.*

[7] *Les recordará que deben cuidarse para cumplir mejor la misión que les ha sido confiada y que deben rendir cuentas de sí mismos al gobierno y a los científicos, que esperan de ellos los medios de ampliar los límites de la ciencia.*

Al igual que en los viajes de La Peyrouse (1785) y de d'Entrecasteaux (1791), los declarados objetivos científicos y únicamente científicos, esconden intereses de dominio político y económico, en el pugilato que Francia mantiene con Inglaterra por hacerse con los territorios de ultramar que no dominan españoles y portugueses. Los máximos responsables de estas expediciones científicas son militares que han combatido en muchas batallas con los ingleses, pero que al mismo tiempo son hombres cultos e ilustrados que en sus relatos de viaje dejan entrever una visión "d'homme des Lumières", que hoy llamaríamos eurocéntrica, simultáneamente humanista, científica y colonial.

objetos naturales que conforman los tres reinos de la naturaleza: *Lithologi - ca, Botanica, Zoologica*[8]. Prioriza el reino vegetal y detalla la formación y clasificación de los herbarios, con especial interés en aquellas plantas que puedan ser útiles para la agricultura. El botánico Ledru y el jardinero Riedlé deberán responsabilizarse del mantenimiento de las colecciones en el largo viaje de vuelta y del cuidado de las plantas vivas hasta su llegada a las mismísimas puertas del Museo. Al zoólogo Mauger y al cirujano Tuffet les encarga traer, además de los animales disecados para los gabinetes de Historia Natural, ejemplares de animales vivos, insistiendo particularmente en aquellos animales de corral que puedan ser de utilidad pública. Al ciudadano Advenier, mineralólogo, le conmina a cumplir estrictamente con las instrucciones recibidas en la Escuela de Minas. Y a todos ellos, les exige la confección de un doble diario, el de la descripción de los objetos inventariados y el de la relación de los acontecimientos que tengan lugar a lo largo del viaje.

El texto que sobre la isla de Tenerife escribe Ledru[9] consta de 212 páginas y constituye un buen ejemplo de la literatura de viajes en este periodo[10]. La bella prosa de Ledru da como resultado un ameno libro de viajes, del que trataremos de hacer un somero resumen en lo que sigue. Comenzaremos por un extracto de la carta que Ledru escribe a su madre desde el puerto de Le Havre, días antes de su partida, el 28 de septiembre de 1796:

> ...Au moment où vous lirez cette Lettre, je serai porté par les vents et les flots vers le Nouveau Monde, pour y aller remplir la mission dont le Gouvernement m'a chargé. [...] Je ne me dissimule point les fatigues, les dangers même, inséparables d'une longue navigation.[...] Si j'echappe aux tempêtes, je serais peut être victime du climat brûlant sous lequel je dois vivre pendant plusieurs mois: cependant mon courage n'en est point ebranlé; **je sais qu'un citoyen**

---

[8] La *Instructio Peregrinatoris*, obra publicada en 1759 por Linneo, fue la referencia obligatoria para las Instrucciones de Viajes de la segunda mitad del siglo XVIII.

[9] *VOYAGE AUX ÎLES DE TÉNÉRIFFE, LA TRINITÉ, SAINT-THOMAS, SAINTE CROIX ET PORTO-RICCO. Executé par ordre du gouvernement français, depuis le 30 sep - tembre 1796 jusqu'au 7 juin 1798, sous la direction cu capitaine Baudin, pour faire des Recherches et des Collections relatives à l'Histoire Naturelle. Contenant des Observations sur le Climat, le Sol, la Population, l'Agriculture, les Productions de ces Îles, le Caractère, les Moeurs, et le Commerce de leurs Habitants. Par ANDRÉ-PIERRE LEDRU. L'un des natura - listes de l'expedition*. Tome Premier, Chez Arthus Bertrand, Libraire, rue Hautefeuille, nº 23. Paris 1810. ´La traducción española que utilizaremos en lo que sigue corresponde a A-P Ledru, *Viaje a la isla de Tenerife (1796)*, (trad. José A. Delgado), Ed. José A. Delgado, La Orotava 1991.

[10] Le anteceden 47 páginas, que contienen un Preámbulo de M. Sonnini, y una larga Introducción formada por: 1) Objeto del viaje. 2) Cartas del Ministro de Marina. 3) Instrucciones para los naturalistas de la expedición (por A. L. de Jussieu). 4) Salvoconducto concedido por el Almirantazgo Inglés. 5) Cartas del autor a su madre y a M. de Jussieu. 6) Nombres de los oficiales y de los naturalistas embarcados.7) Conversión a monedas, medidas y pesos franceses, de las monedas medidas y pesos extranjeros citados en esta obra.

> **doit sacrifier son repos, sa santé , sa vie même, lorsqu'il travaille pour l'utilité publique et le progrés des connaissances humaines.**[11]

En unas notas iniciales, otro viajero, M. Sonnini, a quien Ledru ha encargado que se ocupe de la publicación del relato del viaje, menciona un par de cuestiones interesantes. En primer lugar, un tema de psicología social: la constatación de que el éxito de estas expediciones se ve con frecuencia comprometido por desavenencias personales, debidas tanto a la colisión entre el sentido de la jerarquía militar de los oficiales y el orgullo y ambición de los científicos, como a la propia competencia de estos últimos entre sí, así como también a las duras condiciones de la vida a bordo combinadas con la falta de experiencia de los naturalistas. En segundo lugar, el tema de la división del trabajo científico. Sonnini se opone a la creciente especialización y compartimentación del trabajo científico y defiende una posición holística, proponiendo que una misma persona pueda ocuparse de campos distintos: mineralogía, botánica, zoología, antropología. Y va más lejos aún: para una mayor eficacia de las expediciones sugiere que los trabajos científicos sean realizados por los propios oficiales de Marina, dada su experiencia y disciplina, lo que a la vez mejoraría su formación intelectual. Comienza la aventura y la *Belle-Angelique* zarpa el 28 de septiembre de 1796:

> Notre marche rapide (14 octobre), et la sérénité de l'atmosphère, me permettent d'admirer un spectacle sublime, qu'on ne peut bien observer qu'en pleine mer, celui du balancement apparent des cieux, occasionné par le tangage, c'est-à-dire par le mouvement du vaisseau de l'arrière à l'avant. Tandis que la proue soulevée par des énormes vagues, et portée sur le dos, s'élève avec elles, une partie du ciel semble se précipiter dans l'abîme: parvenu au sommet des flots, l'avant du navire glisse avec rapidité sur le côte opposé; alors le navigateur croit tomber dans une mer entr'ouverte; l'horizon paraît s'élancer du sein des ondes, et s'élèver avec la plus grande vitesse. Cette oscillation devient plus majestueuse lorsque le balancement du tangage se combine avec celui du roulis; la nuit, surtout, les astres, la lune, les nuages, semblent décrire autour du vaisseau une ellipse inclinée; tout le ciel paraît en mouvement. C'est alors

[11] *En el momento en que usted lea esta carta, estaré siendo llevado por los vientos y las olas hacia el Nuevo Mundo, para poder cumplir allí la misión que el Gobierno me ha encargado. [..] No se me ocultan en absoluto las fatigas, incluso los peligros, inseparables de una larga navegación. [...] Si escapo a las tempestades, seré quizas víctima del ardiente clima bajo el que debo vivir varios meses; no obstante, mi ánimo no se ve quebrantado por ello; sé que un ciudadano debe sacrificar su reposo, su salud, su vida misma, cuando trabaja en pro de la utilidad pública y del progreso de los conocimientos humanos.*

Al igual que en los épicos viajes de descubrimiento de portugueses y españoles en los siglos XV y XVI, en los que los riesgos asumidos eran aún mayores, las motivaciones individuales de muchos de los esforzados viajeros eran idealistas y al servicio de una causa que trascendía los intereses personales; si bien en los siglos XVIII y XIX la Ciencia y el Progreso en la Tierra han sustituido a la Religión y a la Salvación en los Cielos.

> que l'homme sensible aux beautés de la nature élève son ame jusqu'à la Divinité[12].

Efectivamente, en el mar –y en aquellos tiempos– se debía pensar mucho en la divinidad, y así, sucedió que el 18 de octubre, cuando la goleta estaba entre las islas Azores y la isla de Madeira, se desató una terrible tempestad, que estuvo a punto de hacerla naufragar:

> – J'étais sur le pont depuis le commencement de la tempête, et j'y suis resté pendant soixante heures, à côté même du capitaine, le corps attaché à un des haubans, pour résister aux violentes oscillations du roulis, et la tête ceinte d'un triple bandeau, pour parer aux coups provenant de la chute des poulies ou des cordages, Dans cette situation j'observais en silence le spectacle terrible de l'homme aux prises avec les éléments. Une manoeuvre mal exécutée, une nouvelle voie d'eau dans la cale..., le plus léger incident pouvait être le signal de notre perte... Que de réflexions sinistres¡ ...Que d'idées sombres m'assiégeaient alors¡ Cependant mon courage n'a pas été un seul instant ébranlé: la confiance que m'inspirait le capitaine, et l'espoir de survivre au danger, l'ont toujours emporté dan mon âme sur la crainte de la mort. Plusieurs des mes collégues, blottis dans leurs hamacs, y éprouvaient des agitations plus violentes que les miennes: si nous devions périr, notre sort devenait commun, mais si le ciel daignait nous ramener au port je ne me serais jamais consolé de n'avoir pas osé voir cet effrayant tableau[13].

---

[12] *La rapidez de nuestra marcha (14 de Octubre) y la serenidad de la atmósfera me permitieron admirar un espectácilo sublime, que no se puede observar bien sino en plena mar: la oscilación aparente de los cielos, ocasionada por el cabeceo, es decir, por el movimiento de la nave de popa a proa. Mientras olas enormes levantan la proa sobre su dorso, elevándola con ellas, una parte del cielo parece precipitarse en el abismo; llegada a la cresta, la proa se desliza con rapidez sobre la pendiente opuesta; entonces el navegante cree caer en un mar entreabierto; el horizonte parece elevarse del centro de las olas y alzarse a gran velocidad. Esta oscilación se vuelve más majestuosa cuando el movimiento del cabeceo se combina con el de los balanceos. La noche, y sobre todo los astros, la luna y las nubes, parecen describir alrededor del navío una elipse inclinada; todo el cielo aparenta estar en movimiento. En ese momento es cuando los hombres sensibles a las bellezas de la Naturaleza elevan su alma a la Divinidad.*

[13] *Estuve en cubierta desde el comienzo de la tempestad y permanecí allí durante sesenta horas, junto al capitán, con el cuerpo amarrado a uno de los obenques, para resistir los movimientos violentos, y con la cabeza ceñida de una triple venda, para evitar los golpes provenientes de la caída de los motones o de las jarcias. En esta situación observé el espectáculo de los hombres en lucha contra los elementos. Una maniobra mal ejecutada, una nueva vía de agua en la cala, o el más ligero incidente podía ser la señal de nuestra perdición. ¡Cuántas reflexiones siniestras! ¡Cuántas ideas sombrías me asaltaron entonces! Sin embargo, mi entereza no vaciló un instante. La confianza que me inspiraba el capitán y la esperanza de sobrevivir eran más fuertes que el temor a la muerte. Varios de mis compañeros, acurrucados en la hamacas, sufrían agitaciones más violentas que las mías. Si debíamos perecer, nuestra suerte era común. Pero si el cielo se dignaba llevarnos a buen puerto, jamás me hubiese perdonado no haberme atrevido a ver ese horrible espectáculo.*

La *Belle Angelique*, sin mástiles, sin las grandes velas, sin timón, era incapaz de llegar a América y el capitán decidió virar al sudeste, hacia las Islas Canarias. El 25 de octubre divisan la isla de La Palma:

> Les brouillards qui couronnaient cette île, et que l'aurore colorait du plus bel incarnat, disparurent peu à peu aux premiers rayons de l'astre du jour [...]. Il était 5 heures et demie du matin [...] quoique Palme ne fût pas le but de notre navigation, cependant le voisinage de cette île, et l'espoir de relâcher bientôt à Ténériffe nous firent verser larmes de joie.[14]

Todavía tendrán que luchar contra corrientes y vientos desfavorables y no echarán el ancla en el puerto de Santa Cruz de Tenerife hasta la mañana del 6 de noviembre.

> – Je comptai, dans la rade de Sainte-Croix, onze bâtiments marchands, savoir, quatre américains, trois espagnols, un danois et trois anglais. Ces derniers avaient été confisqués par ordre de la cour de Madrid depuis la déclaration de guerre [...]. Baudin visita ensuite D. Antonio Gutiérrez, gouverneur general des Iles Canaries[15].

Los naturalistas de a bordo se instalan en una casa de Santa Cruz y siguiendo las instrucciones del capitán Baudin se disponen a explorar con ánimo investigador la abrupta naturaleza de la isla. Ledru, de carácter afable y bondadoso, pronto hace amistad con los notables locales, que en general sentían una gran admiración por la cultura francesa. En Santa Cruz conoce a los comerciantes Casalon y Cambreleng. Viaja a La Laguna y se instala en el palacio del marqués de Villanueva del Prado, D. Tomás de Nava y Grimón, noble ilustrado y miembro de la Real Sociedad Económica de Amigos del País.

En su libro Ledru ofrece una panorámica general de la isla de Tenerife describiendo su ciudades y haciendo observaciones sobre el clima, el suelo, la población de las Islas, y sobre el carácter, las costumbres y el comercio de sus habitantes. Viaja con el marqués de Villanueva hasta La Orotava, desde donde hará la tradicional ascensión al pico del Teide. Al igual que le ocurrirá a Alexander von Humboldt tres años después, queda muy impresio-

---

[14] *La niebla que coronaba esta isla, y que la aurora coloreaba del encarnado más bello, desaparecía poco a poco con los primeros rayos del sol .. Eran las cinco y media de la mañana... aunque La Palma no fuese nuestra meta, la vecindad de esta isla y la esperanza de hacer escala muy pronto en Tenerife nos hicieron derramar lágrimas de alegría.*

[15] *En la rada de Santa Cruz conté once navios mercantes, a saber, cuatro americanos, tres españoles, uno danés y tres ingleses. Estos últimos habían sido confiscados por orden de la Corte de Madrid a partir de la declaración de guerra.*

Cuatro meses después de la partida de la expedición de Baudin hacia la Antillas, el 25 de julio de 1797, el general Gutiérrez rechazó en este mismo puerto de Santa Cruz un intento de desembarco de tropas inglesas al mando de Sir Horace Nelson. Los ingleses sufrieron una severa derrota y el almirante perdió su brazo derecho.

nado por la visión del entonces paradisíaco valle de La Orotava, como demuestra este texto:

> Entre le port de l'Orotava et la ville du même nom, M. de Villanueva possède une maison spacieuse nommée Durasno. C'est là que nous descendîmes hier. Ce matin, au levé du soleil, j'en parcours les environs, et je ne peux me lasser d'admirer la beauté du paysage: quel ciel! quel climat! Une douce chaleur vivifie la campagne; ici des vignobles bien cultivés attestent l'industrie et la richesse des habitants; là, des jardins ornés de jasmins, de rosiers, de grenadiers, d'amandiers en fleurs, de citronniers, d'orangers en fleurs et en fruits, répandent dans l'atmosphère un parfum delicieux[16].

Ledrú vive con placer las delicias de un clima dulcemente temperado por la latitud, el mar y los vientos alisios, que genera una rica vegetación autóctona al tiempo que permite el desarrollo de los cultivos mediterráneos.

> Cependant la nature a tout fait pour eux; il n'existe pas sur le globe de climat plus beau, de temperature plus douce. Toutes les maisons, bâties en amphithéâtre sur un terrain incliné, jouissent d'une perspective charmante, et dominent une plaine fertile couverte de vignobles, de verdure et des jardins[17].

El agua, vivificante y necesaria, reposa en el seno de las altas cumbres que rodean el valle y se la hace descender con pericia por las atarjeas para dar vida a lavaderos, molinos, serrerías y cultivos.

> Une eau pure, descendue des montagnes et conduite dans un canal en pierre, arrose les principales rues de l'Orotave. Cette eau met en mouvement plusieurs moulins dans la ville même, et se dirige ensuite dans un aqueduc en bois, qui porte au jardin de botanique, établi à Durasno, les arrosements nécessaires. Je connais plusieurs beaux sites de la France, les côtes meridionales de l'Angleterre; j'ai parcouru les bords du Rhin, la Belgique, la Hollande; j'ai vécu pendant un an sur le sol favorisé des Antilles; mais s'il me fallait abandonner les lieux qui m'ont vu naître et chercher une autre patrie,... c'est aux îles Fortunés, c'est à l'Orotave que j'irais terminer ma carrière.[18]

---

[16] *Entre el puerto de La Orotava y la ciudad del mismo nombre, el marqués de Villanueva posee una casa preciosa llamada "El Durazno". Allí es donde nos alojamos. A la mañana siguiente, a la salida del sol, recorrí sus alrededores y no pude dejar de admirar la belleza del paisaje. ¡Qué cielo! ¡Qué clima! Un calor templado vivificaba el campo; aquí se veían viñedos bien cultivados que atestiguaban la riqueza y la industria de sus habitantes; allá los jardines llenos de jazmines, rosales, granados, almendros en flor, limoneros y naranjos en flor y con frutas, esparcían en la atmósfera un perfume delicioso.*

[17] *Sin embargo, la Naturaleza ha hecho todo para ellos; no existe en el mundo mejor clima ni temperatura más suave. Todas las casas, construidas en anfiteatro sobre un terreno inclinado, gozan de una perspectiva encantadora y dominan un llano fértil cubierto de viñedos, verduras y jardines.*

[18] *Un agua pura que desciende de las montañas conducida por un canal de piedra, riega las principales calles de La Orotava. Esta agua mueve varios molinos en la misma Villa y se dirige*

Allí visita el Jardín Botánico, jardín de aclimatación de plantas, construido y mantenido gracias a la generosidad de su anfitrión, el marqués de Villanueva. Toma buena nota de todas las variedades que ahí se encuentran y aprovecha para hacer una defensa de la Agricultura.

> [...] l'agriculture fait la force intérieur des États, et y attire les richesses du dehors. Son heureuse influence n'est pas bornée aux seuls végétaux indigènes, toutes les régions du globe deviennent ses tributaires: l'habitant du nord voit croitre dans son champ des plantes que la nature avait placées sous les feux du midi; et les arbres des zones glaciales se acclimatent entre les tropiques. L'histoire nous apprend que les richesses territoriales de chaque pays seraient peu nombreuses, si elles consistaient dans les seuls végétaux qui le sont indigènes.[19]

Finalmente, dedica un capítulo a la Mineralogía, en el que describe las sustancias minerales que ha recogido en las montañas, barrancos y costas de la Isla y otro a la Zoología dando cuenta de los mamíferos, reptiles, pájaros, moluscos, crustáceos, arácnidos e insectos.

3. Intermedio Humboldtiano

Cuando en 1797 zarpa Ledrú del puerto de Santa Cruz de Tenerife para la isla de Trinidad, Alexander von Humboldt tiene 28 años y unas inmensas ganas de viajar, de surcar los mares, de explorar las lejanas tierras ecuatoriales. Hasta ese momento se había entrenado en el conocimiento y manejo de todo tipo de instrumentos científicos: anteojos, cuadrantes y sextantes, teodolitos, brújulas y reloj de longitudes, termómetros y barómetros, magnetómetros e higrómetros, microscopios, electrómetros, el eudiómetro de Gay Lussac para medir la pureza del aire y hasta un cianómetro para medir la coloración azul del cielo. En algún momento, más adelante, escribirá: "*la verdad es que no puedo vivir sin experimentos*"[20]. Cabe preguntarse si esta

---

a continuación en un acueducto de madera hasta el Jardín Botánico establecido en el "Duraz - no" al que aporta los riegos necesarios. Conozco bellos parajes en Francia y en las costas meri - dionales de Inglaterra; he recorrido las orillas del Rhin, Bélgica y Holanda; he vivido durante un año en el suelo fecundo de las Antillas, pero si tuviera que abandonar los lugares que me vie - ron nacer y buscar otra patria, sería en las Islas Afortunadas, sería en La Orotava adonde iría a terminar el curso de mi vida.

[19] *[...] la agricultura es la fuerza interior de los estados, que atrae las riquezas del exterior. Su feliz influencia no se limita a los vegetales indígenas, pues todas las regiones del mundo se vuelven tributarias. El habitante del Norte ve crecer en sus campos las plantas que la Natura - leza había situado en los climas cálidos del mediodía, y los árboles de las zonas glaciales se acli - matan en los trópicos. La historia nos enseña que las riquezas territoriales de cada país no serí - an muy numerosas si solamente consistieran en los vegetales que son indígenas.*

[20] Véase la lista de aparatos que llevará en su viaje, en su *Voyages aux régions equinoccia - les du Nouveau Continent*. Vol. I. Paris 1816.

decidida voluntad de medir y cuantificar, bien visible en todos sus escritos, es compatible con el modo de ser romántico que presuponemos en nuestro viajero. A este respecto conviene conocer las duras impresiones que Schiller emitió sobre el joven Humboldt:

> "Me temo que pese a todos sus conocimientos y desasosegada actividad nunca conseguirá nada verdaderamente importante. Una vanidad infantil, sin límites, es el principal móvil de todas sus acciones. Su mentalidad es la de una persona fría, disector, que quiere que toda la naturaleza sea expuesta con descaro al análisis; y con impertinencia inusual utiliza sus fórmulas científicas, que con frecuencia no son más que palabras hueras y conceptos mezquinos, como valores universales".[21]

Muchos años más tarde, en 1844, en el prefacio a *Cosmos*, escribirá Humboldt:

> "Es casi con desgana que voy a hablar de un sentimiento, que parece surgir de mentes de estrechas miras, o de ciertos sentimentalismos débiles y malsanos. Me refiero al miedo que sienten algunas personas a que la Naturaleza pueda perder gradualmente una parte de su encanto y poder mágico, a medida que aprendemos más y más a desvelar sus secretos...".

Por el momento, se contenta con viajar con su amigo Leopold von Buch por varios cantones del país de Salzburgo y de Estiria, "dos comarcas igualmente interesantes para el geólogo y para el pintor paisajista", nos dice en *Viaje a las regiones equinocciales*. ¿Pero por qué se interesa por la pintura nuestro esforzado científico? ¿Será solamente porque de niño, sin gran acierto, solía pintar y había mantenido la afición? Una de las características de la compleja personalidad de Humboldt, como puede verse en su obra cumbre *Cosmos*, es la de divulgador, proselitista, apóstol de la ciencia positiva, y así, en el vol. II, parte I, titulada *Estímulos para el estudio de la Naturaleza*, y dentro del apartado *Pinturas de paisajes*, leemos:

> "...pintar la contemplación de los objetos naturales como un medio de suscitar un puro amor por la Naturaleza, e investigar las causas que, especialmente en tiempos recientes, han potenciado poderosamente mediante la imaginación **el estudio de la Naturaleza y la afición por los lejanos viajes.**"

Para Humboldt, como para Carus[22], el pintor no debe perder de vista en sus paisajes ese sentido de la unidad de todas las cosas. Debe intentar expresar el proceso de la vida, que empieza por crear las rocas informes y luego la vegetación, hasta elevarse a las criaturas animales. El cielo, cuya bóveda

[21] Carta del 6 de agosto de 1797 de Schiller a Christian Gottfried.

[22] Carl Gustav Carus (1789-1869), ilustre médico, filósofo, naturalista, pintor y escritor, alumno y amigo de Caspar David Friedrich, arquetipo del naturalista romántico.

corona el paisaje, es una de sus partes esenciales, pues la luz y el aire simbolizan el Infinito, fuente de toda vida[23].

Aunque Humboldt nunca nombra a Dios en sus obras, por lo que será criticado en los ambientes conservadores, insiste hasta la saciedad en la idea, esta sí romántica, de la Unidad indisoluble de la Naturaleza.

En el Prefacio del autor a *Cosmos*, escrito en Potsdam en 1844, nos habla de su irresistible impulso hacia el conocimiento:

> "El principal impulso que me motivaba era la decidida voluntad de comprender los fenómenos físicos y su interrelación. Representando la Naturaleza como un gran todo, movido y animado por fuerzas internas"

A finales de 1797 Humboldt se halla en París junto a su amigo Bonpland tratando de enrolarse en cualquier viaje o expedición científica hacia tierras exóticas, dispuesto a emplear sus energías y dineros recién heredados en la aventura del conocimiento, para satisfacer su ansia ilimitada de entender el Mundo que le rodea. Primero pretende ir a Egipto, luego a Túnez y posteriormente a Marruecos, pero todos sus intentos fracasan. Lo mismo ocurre con su intento de viajar a los Mares del Sur con el capitán Baudin, expedición que nunca llega a realizarse por problemas presupuestarios. Finalmente se traslada con Bonpland a Madrid y allí consigue, sorprendentemente, un permiso real para viajar a la América española.

El 19 de junio de 1799 llega a Tenerife y aunque el capitán de la corbeta española en que viajaba tiene órdenes de detenerse por un cierto tiempo, se les advierte que a causa del bloqueo de los navíos ingleses tienen que zarpar en un plazo de no más de cuatro o cinco días. El barco sigue su camino el 25 de junio. Seis días en un viaje que duró cinco años no es mucho ciertamente, pero podemos suponer el entusiasmo con el que vivió su ascensión al Teide y su estancia en Tenerife, en esta su primera etapa como viajero allende los mares. La naturaleza que contempla no le decepciona: la variedad de especies vegetales en un espacio tan pequeño, el magnífico laboratorio geológico a su disposición, la intensidad de colores y contraste de formas que divisa, sentado a 2.000 toesas de altitud en el borde exterior del cráter, a través de los claros que se abren en el mar de nubes blancas a sus pies, son ya un bálsamo y premio para su ansia y empeño, y constituyen un

---

[23] Dice Carus en su libro *Nueve cartas sobre Pinturas de Paisajes*, en una prosa romántico-religiosa: "*[...]como criaturas naturales y racionales, constituimos una unidad que contiene a la vez naturaleza y razón, y de esta manera participamos de la divinidad. Esto abre dos vías a nuestra vida mental. Podemos, por una parte, tratar de reducir lo múltiple e infinito de lo natural y lo racional a la unidad divina original. O podemos tratar de representar nuestra unidad interna y creativa en una multiplicidad externa. Haciendo esto último, nosotros ejercitamos nuestra capacidad, mientras que con lo primero mostramos perspicacia. La perspicacia produce conocimiento y ciencia. La capacidad produce arte. Con la ciencia el hombre se siente en Dios. Con el arte siente a Dios en él [...]*".

adelanto de los goces estéticos que le esperan en su periplo americano. En una carta a su hermano Wilhelm, fechada el 23 de junio, horas después de su descenso del Pico, le dice "*[...] me voy casi en lágrimas; me hubiera gus - tado establecerme aquí*".

Humboldt había estudiado con Werner en la Escuela de Minas de Friburgo y allí se había impregnado de las teorías del maestro. En particular, mantendrá a lo largo de su vida una visión geognósica de la Naturaleza, de integración de los mundos orgánico e inorgánico, que compartirá con von Buch, compañero de estudios en Friburgo. Esta visión tiene puntos en común con la filosofía de la naturaleza de Schelling, para quien la Naturaleza estaría animada por una fuerza, una inteligencia inconsciente, que se manifestaría en grados cada vez más altos, hasta llegar al hombre, criatura en la que se suscita la conciencia y la inteligencia adquiere su autoconocimiento. Para Schelling "*el mismo principio une la naturaleza inorgánica y la orgánica*". Lo que en la naturaleza aparece como no vivo es sólo "*vida que duerme*".

Un año despues de su vuelta de América, en 1805, se encuentra en Nápoles con Gay-Lussac y con Leopold von Buch para estudiar en vivo una erupción del Vesubio[24].

Humboldt, con su elocuencia habitual, deslumbra al tímido e introvertido von Buch con sus relatos sobre los volcanes americanos y sobre su ascensión al pico del Teide, y hacen proyectos para visitar conjuntamente las Islas Canarias y estudiar allí los fenómenos volcánicos, muy especialmente en la isla de Lanzarote, que Humboldt no pudo visitar. Este viaje lo realizará finalmente von Buch, pero en compañía del botánico noruego Christen Smith.

4. El viaje a Canarias de von Buch-Smith (1815).

Leopold von Buch nace en 1774 en Stolpe, a 90 kilómetros al norte de Berlín, en el seno de una antigua y noble familia prusiana. Estudia en Friburgo, Halle y Göttingen, y es ya un afamado geógrafo y geólogo cuando organiza en Londres un viaje a las Islas Canarias en compañía del naturalista y botánico noruego Christen Smith. Allí permanecen durante más de cinco meses y fruto de ese viaje será su *Descripción Física de las Islas Canarias*, publicado primero en forma de capítulos entre 1816 y 1820, y posteriormente como libro en Berlín en 1825. En 1836 fue publicada en París una traducción francesa a cargo de C. Boulanger[25], libro importante en la literatura de viajes científicos a Canarias por las siguientes razones:

---

[24] Los siguientes veinte años de su vida los pasó en París dedicado casi exclusivamente a la edición de los textos resultantes de sus estudios durante el viaje americano.

[25] Leopold von Buch, *Descripción física de las Islas Canarias* (Trad. José A. Delgado y estudio crítico de Manuel Hernández González) Ed. José A. Delgado, La Orotava 1999.

– Viene específicamente a Canarias y es el viaje de más larga extensión en el tiempo hasta ese momento.

– Visita cuatro islas: Tenerife, Gran Canaria, La Palma y Lanzarote, y es el primero de los naturalista europeos que realiza un estudio general de las tres últimas.

– Perfecciona la clasificación humboldtiana de los cinco pisos vegetales:[26]

1. La región africana (del África intertropical) hasta 1.200 pies de altitud. Región de las plataneras y de las palmeras.

2. La región del cultivo europeo (mediterránea) hasta los 2.600 pies. Contiene las viñas y los trigos importados, incluyendo por consiguiente la mayoría de las plantas que han sido introducidas de Europa; y por esto, así como por las plantas aborígenes, recuerda la naturaleza de la Europa meridional.

3. La región de los bosques, de los árboles de hojas tupidas y perennes: laureles, Ardisiées, Mocanera, Ilex perado, Olea excelsa, Myrica faya. Durante el día las nubes descansan sobre esta región, cuyo vapor mantiene la humedad, y a su sombra crecen las plantas forestales propias de esta isla: Digitalis, Dracocephalum, Sideritis, Ranunculus Teneriffae, Geranium anemonifolium, Convolvulus canariensis.

4. La región de los pinos, del Pinus canariensis, hasta los 5.900 pies. Casi todos los árboles de grandes hojas desaparecen mucho antes de llegar a esta región. El Brezo (Erica arborea) crece casi hasta esa altitud .

5. La región del Spartium nubigenum (Retama Blanca), la Cumbre, hasta 10.380 pies. Comienza donde ya no crece el pino y cubre con sus flores odoríferas los campos de piedra pómez y lava.

Los mil pies situados por debajo de la cima del Pico carecen por completo de vegetación.

– Estudia la relación entre la climatología y las plantas, haciendo continuas mediciones de la temperaturas de las fuentes y de los suelos.

– Sus estudios geológicos serán fundamentales para el futuro de los saberes volcánicos sobre las Islas Canarias.

El exhaustivo informe que el botánico Smith debía hacer sobre la flora canaria no llegó a realizarse, porque Smith, una vez que llega a Londres, emprende , a instancias de Sir Joseph Banks, un nuevo viaje de investigación al Congo de fatales consecuencias, pues muere de unas fiebres poco después de su llegada a este país.

Queremos terminar esta exposición nombrando a otro ilustre viajero, también noble prusiano y naturalista, que llegó a Tenerife un día después de la partida de von Buch y Smith, el 28 de octubre de 1815. Se trata de Adel-

[26] Humboldt rectificaría su propia clasificación, adoptando la de von Buch en el tomo IV de su *Viaje a las regiones equinocciales*.

bert von Chamisso (1781-1838) procedente de una familia aristócrata francesa, que huyó de su castillo de Champagne durante la Revolución Francesa y se estableció en Prusia. Tomó parte (1815-1818) en una expedición polar rusa que recaló en Tenerife solamente tres días y que estaba al mando del capitán Kotzebue.

De hecho, Chamisso es más conocido, al menos en el mundo germanoparlante, por su novela *La prodigiosa historia de Peter Schlemihl*, el relato de un hombre que vende su sombra al diablo a cambio de un "saco sin fondo" o monedero inagotable. Este trato le da la riqueza a Peter Schlemihl, pero lo excluye de la sociedad y lo conduce a la desesperación. Con ayuda de un par de botas mágicas recorre el mundo buscando la paz para su espíritu, que encuentra como naturalista.

Peter Schlemihl no es otro, claro está, que Adelbert von Chamisso, o podría ser André-Pierre Ledrú o Alexander von Humboldt o Leopold von Buch, los héroes de nuestra historia.

"*Excluido por mi culpa de la compañía de los hombres, se me daba en compensación la de la Naturaleza, a la cual había amado siempre; la Tierra se me mostraba como un rico jardín, el estudio como norma y sostén de mi vida, y la ciencia como objeto*".

Fig. 1. André-Pierre Ledrú © Cliché Musées du Mans.

Fig. 2. D. Alonso de Nava y Grimón y Benítez de Lugo. Marqués de Villanueva del Prado.

Fig. 3. Vista de Santa Cruz de Tenerife. Acuarela de Alfred Diston (siglo XIX)

Fig. 4. Vista de La Orotava, desde cerca de la Casa Quemada. Acuarela de Alfred Diston (siglo XIX).

Fig. 5. Parte del Jardín Botánico de La Orotava. Acuarela de Alfred Diston (siglo XIX).

Fig. 6. El general Gutiér rez dirigiendo las operaciones desde el Castillo de San Cristóbal. Pedro de Guezala. 1957.

Fig. 7. Vista del Teide.

Fig. 8. Alexander von Humbold y Aimé Bonpland en Sudamérica.

Fig 9. Retrato de Leopold von Buch.

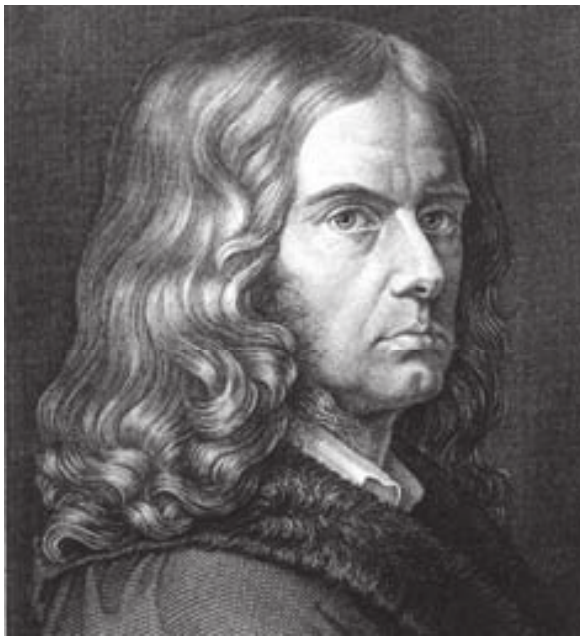


Fig. 10. Retrato de Adalbert von Cha - misso.

PRINCIPALES EXPEDICIONES CIENTÍFICAS EUROPEAS A CANARIAS ENTRE 1770 Y 1830

Título	Autor
Voyage fait par ordre du Roi en 1768 et 1769, a différentes parties du monde, pour éprouver en mer les horloges marines inventées par M. Ferdinand Berthoud	Charles Pierre D'Éveux Claret de Fleurieu
Voyage fait par ordre du roy en 1771 et 1772, en divers parties de l' Europe, de l' Afrique et de l' Amerique pour vérifier l'uti - litè de plusieurs mèthodes et instruments servan a determiner la latitude et la longitude, tant de vaisseau que des côtes, iles et eccueils qu' on reconnaît.	Jean Charles Borda; Alexandre Pingré; Verdun de la Crenne
Resumè des operations de la campagne de la Boussole, pour determiner les positions gèographiques des côtes d' Espagne et de Portugal sur l' Ocean, d' une partie de las côtes occidenta - les de l' Afrique et des îles Canaries.	Charles Borda
Voyage to the Pacific Ocean, 1776-1780, by the captain.	James Cook
	Francis Masson
Voyage de La Perouse autour du monde publié conformément au Decret du 22 avril 1791 et redigé par M. L. A. Milet-Mureau.	Jean-Francois de la Pérouse, Comte de Galaup
Journal of a Voyage to New South Wales	John White
Relation du voyage à la recherche de La Pérouse, fait par ordre de l' Assemblée Constituante, pendant les années 1791,1792…	Jacques H. de Labillardiére
An authentic account of an Embassy from the King of Great Britain to the Emperor of China.	George Staunton
Voyage aux Iles Teneriffe, La Trinitè, Saint-Thomas, Sainte Croix et Porto-Ricco, executé par ordre du Gouvernement francais, depuis le 30 Septembre 1796 jusqu'au 7 Juin 1798, sous la Direc - tion du Capitaine Baudin, pour faire des Recherches et des Collec - tions relatives à l'Histoire Naturelle	André-Pierre Ledru
Voyage aux regions equinocciales du Nouveau Continent.	A. Bonpland; A. de Humboldt
Florilegium canariense.	Augusto Broussonet

Fecha	Estancia en Canarias	Tipo / Nacionalidad	Observaciones
1768-1769	Marzo-agosto 1768	Institucional Francesa	Prueba cronómetros. Longitud y cartografía
1771-1772	24 diciembre 1771-5 enero 1772	Institucional. Francesa	Cronómetros Longitud y latitud. Ascensión al Teide
1776	Septiembre 1776	Institucional Francesa	Cartografía Medición correcta altura Teide
1776-1780	Septiembre 1776	Institucional Inglesa	Tránsito. También primer y segundo viajes
1777-78	Mayo 1777 a enero 1778	Insctitucional Inglesa	Kew Garden. Botánica
1785	19-30 agosto 1785	Institucional Francesa	Ascensión al Teide Observaciones astrónomicas Historia Natural
1787-89	3-10 junio 1787	Institucional. Inglesa	Tránsito. Generalidades
1791-1792	13 a 23 de octubre de 1791	Institucional Francesa	Ascensión al Teide Botánica Población
1792	20 a 27 de octubre de 1792	Institucional. Inglesa	Ascensión al Teide Geografía
1796-98	6 noviembre 1796-marzo 1797	Institucional. Francesa	Generalista Zoología, avifauna, mineralogía, clima, población, comercio ...
1799-1804	20-26 de junio 1799	Privada	Ascensión al Teide Geología, Geografía, Botánica
	1800-1803	Privada	Botánica

PRINCIPALES EXPEDICIONES CIENTÍFICAS EUROPEAS A CANARIAS ENTRE 1770 Y 1830

Título	Autor
Essais sur les îles Fortunées et l'Antique Atlantide ou Précis de l'histoire de l'Archipel des Canaries.	BORY DE SAINT-VINCENT
Voyage pittoresque à l île de France, au cap de Bonne-Espe - ránce et a l' île de Teneriffe.	JACQUES MILBERT
Voyage de découvertes aux terres australes exécuté par ordre de Sa majesté l'Empereur et Roi, sur les corvettes Le Géograp - he, Le Naturaliste et la Goelette La Casuarina pendant les années 1800,1801,1802,1803 et 1804.	FRANCOIS PERON
Journal general du voyage des découvertes dans la mer de linde despuis mon départ de paris qui ete le six vendemiaire an 9eme de la republique francaise une et indivisible. Expedition ordon - ne par le gouvernement et le commandement a ete donne au citoyen Baudin capitaine de veseaux.	ANSELMO RIEDELÉ
Lettre de L. Cordier, ingenieur des mines de France, au citoyen Devilliers fils. Aux îles Canaries de Santa Cruz de Tenerife, le 1 mai 1803.	PIERRE-LOUIS CORDIER
Voyages and travels in various parts of the world during the years 1803,1804, 1805,1806 and 1807	G.H. VON LANGSDORFF
Physikalische Beschreibung der Canarischen Inseln.	LEOPOLD VON BUCH
Promenade autour du monde pendant les années 1817,1818,1819 et 1820 sur les corvettes du roi L'Uranie et La Phisicienne commandées par M. Freycinet. Par J. Arago, dessi - nateur de l'expedition.	JACQUES ARAGO
	P. BARKER WEBB; SABIN BERTHELOT
Voyage de la corvette L'Astrolabe exécuté par ordre du Roi pendant les années 1826-1827-1828-1829 sous le commande - ment de M. J. Dumont D'Urville, Capitaine de vaisseau.	JULES DUMONT D'URVI- LLE
Voyage dans l'Amerique meridionale.	ALCIDES DESSALINES D'ORBIGNY
Travels in Madeira, Sierra Leone, Teneriffe, St Jago, Cape Coast, Fernando Po, Prince´s Islands.	JAMES HOLMAN

Fecha	Estancia en Canarias	Tipo / Nacionalidad	Observaciones
1800-1804	2 a 13 de noviembre de 1800	Institucional Francesa	Geografía e Historia Botánica 2ªexpedición cap. Baudin
1800-1804	2 a 13 de noviembre de 1800	Institucional Francesa	Geografía Descripciones 2ªexpedición cap. Baudin
1800-1804	2 al 13 de noviembre de 1800	Institucional Francesa	Historia natural 2ªexpedición cap. Baudin
1800-1804	2 al 13 de noviembre de 1813	Institucional Francesa	Botánica. 2ªexpedición cap. Baudin
1803	Abril-mayo 1803	Privada	Ascensión al Teide Geología.
1803-1807	1803	Institucional Rusa	Descripción general
1815	1815	Privada	Geología Botánica
1817-1820	Octubre 1817	Institucional Francesa	Descriptiva
1820-1830	1820-1830	Privada	Historia Natural de las Islas Canarias en 9 volúmenes.
1826-29	1826	Institucional. Francesa	Ascensión al Teide
1826-27	12 a 18 agosto 1826	Institucional Francesa	Historia Natural
1826	1826	Privada	Generalista. Descriptivo

PRINCIPALES EXPEDICIONES CIENTÍFICAS EUROPEAS A CANARIAS ENTRE 1770 Y 1830

Título	Autor
The Influence of Climate in the Prevention and Cure of chro - nic diseases.	SIR JAMES CLARK
Die Canarischen Inseln nach ihrem gegenwärtigen Zustande, und mit besonderer Beziehung auf Topographie und Statistik, Gewerbefleiβ, Andel und Sitten.	COLEMAN MAC GREGOR

* Hemos respetado la ortografía original de los títulos de las obras.

Fecha	Estancia en Canarias	Tipo / Nacionalidad	Observaciones
	1827 ?	Privada	Primer trabajo médico sobre clima y salud Tenerife
	1830	Privada	Generalista

ÍNDICE DE AUTORES

JEAN DHOMBRES: matemático e historiador de la ciencia es director de estudios en la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales (EHESS) e investigador del Centro Alexandre Koyré de París. Autor, junto a Nicole Dhombres, de la biografía de Lazare Carnot, que recibió el premio Roberval.

NICOLE DHOMBRES: historiadora que ha publicado diversas obras sobre las relaciones de la comunidad científica con el poder político en los siglos XVIII y XIX. Coautora de la biografía de Lazare Carnot. Trabaja actualmente en la ciencia y la técnica en relación con los puertos del Atlántico.

JOSÉ FERREIRÓS: profesor de Historia y Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Sevilla. Es experto en historia de las matemáticas y de la lógica moderna. Autor del libro *Labyrinth of Thought. A history of set theory and its role in modern mathematics* .

IRINA GOUZÉVITCH: investigadora del Centro Alexandre Koyré de París. Ingeniera de estudios de la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales (EHESS) e investigadora del Centro Alexandre Koyré de París. Es experta en la historia de la ingeniería y del desarrollo de la cultura técnica moderna.

JOHN HEILBRON: Profesor emérito de la Universidad de California, Berkeley. Investigador en el Worcester College de Oxford. Medalla George Sarton de la History of Science Society en 1993. Autor de *Electricity in the 17th and 18th Centuries*, y de *The Sun in the Church: Cathedrals As Solar Observatories.*

TREVOR LEVERE: profesor en el Instituto de Historia y Filosofía de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Toronto. Experto en historia de la Química. Autor

de la obra *Poetry realized in Nature: Samuel Taylor Coleridge and early nineteenth-century science*.

JOSÉ MONTESINOS: profesor de Matemáticas. Fundador y director de la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia. Coeditor de *Largo Campo di Filosofare,* Actas del Eurosymposium Galileo 2001.

JAVIER ORDÓÑEZ: profesor de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la Universidad Autónoma de Madrid. Experto en la historia de la ciencia de los siglos XIX y XX. Es autor de *La Melancolía de Prometeo: una metáfora para la ciencia y la tecnología de final de siglo*, y de *Después de Newton: Ciencia y Sociedad durante la Primera Revolución Industrial*.

ANTONIO PÉREZ: profesor de Historia de la Filosofía en la Universidad de La Laguna, experto en el pensamiento filosófico del idealismo alemán. Ha publicado diversas obras y artículos sobre Kant y Hegel.

JÜRGEN RENN: director del Instituto Max-Planck para la Historia de la Ciencia en Berlín y profesor de la Universidad Humboldt de Berlín. Experto en historia de la Mecánica y en la historia de la teoría de la Relatividad. Coeditor de *The Collected Papers of Albert Einstein*.

MARCO SEGALA: profesor de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la Università degli Studi dell'Aquila. Experto en la relación entre filosofía y ciencia en Alemania. Autor del libro *Filosofia e musica nell'età contemporanea*.

DENIS SEPPER: profesor de Filsofía en la Universidad de Dallas en Irving, Texas. Experto en historia de la óptica, es autor de los libros *Goethe contra Newton: Polemics and the Project for a New Science of Color*, y *Newton's optical writings : a guided study*.

ANJA SKAAR JACOBSEN: profesora asistente de Historia de la Ciencia en la Universidad de Aarhus en Dinamarca. Ha publicado su tesis doctoral: *Between Natürphilosophie and Tradition: Hans Christian Ørsted's Dynamical Chemistry*.

FRIEDRICH STEINLE: investigador del Instituto Max-Planck para la Historia de la Ciencia en Berlín. Experto en la historia de la Física experimental. Es autor de la obra *Negotiating experiment, reason and theology: the concept of laws of nature in the early Royal Society*.

GEREON WOLTERS: profesor de Filosofía e Historia de la Ciencia en la Universidad de Constanza. Experto en las ciencias de la vida. Es editor de *Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences: The second Pittsburg-Konstanz Colloquium in the Philosophie of Science*.

ÍNDICE ONOMÁSTICO

A Collection of Voyages... (Dalrymple), 264
A Voyage round the World... (Shelvocke), 261
Aarhus, Universidad de, 14
Abbri, Ferdinando, 199n
Academia de Bellas Artes, Madrid, 308
Academia de Ciencias, Baviera, 313n
Academia de Ciencias, Berlín, 89
Academia de Ciencias, San Petersburgo, 313n
Academia de Ciencias, Suecia, 313n
Academia de Ciencias, Turín, 313n
Academia de las Ciencias, Munich, 138
Academia de las Ciencias, París, 20-21, 26-27, 97, 128, 149, 149n, 150-152, 152n, 157-159, 186, 196, 217n, 294, 306, 308
Academia de Ciencias Militares, Estocolmo, 313n
Academia Freie Zeichen, Weimar, 119
Acta Mathematica, 177
Advenier (alumno Escuela de Minas con Baudin), 330n, 332
Aepinus, Franz, 197
Afortunadas, islas, *véase* Canarias, islas
África, 262, 341, 348
Albion Mills, fábrica, 308
Alejandría, 40
Alemania, 13, 15, 35, 56, 84, 111, 114, 117, 128, 146, 166-167, 171-172, 179-180, 182-183, 185-186, 190-191, 194-197, 199, 201, 208, 238, 249, 257, 272, 330
Alexandre Koyré, instituto de investigación, 14
Alpes, cordillera, 199, 290, 297
Amazonas, río, 295
América, 34, 40, 265, 285, 299, 309n, 329, 335, 339-340, 347-348
Amigos del País, sociedad, 335
Ampère, André-Marie, 13, 177n, 216-223, 225, 235-237, 250-251
Amusin, M., 325
An Account of some Observations... (hermanos Herschel), 101
An Original Theory... (Wright de Durham), 87, 87n
Andes, cordillera, 284, 299
Andrade Martins, Roberto de, 211n, 212n, 225
Andreev, P. N., 322
Anfangsgründe der Naturlehre (Erxleben), 204
Anis, K., 320n
Annales de mathématiques pures et appliqués, 32-33

Antártida, 262-263, 266-267
Antiguo Régimen *(Ancien Régime),* 11, 29, 189, 200
Antillas, islas, 330, 335n, 336, 337n
Antisana, montaña, 299n
Arago, François, 20-21, 21n, 224, 350
Ararat, monte, 297
Archiv für die Physiologie, 136
Arenin, E., 325
Argand, Jean-Robert, 12, 31-32, 32n, 33, 33n, 34-37, 37n, 38
Aristóteles, 22, 22n, 37-39, 176, 282n
Armstrong, Adam, 311
Arquímedes, 168-169, 169n, 170
Ártico, océano, 266-267
Asia, 297
Astriembsky, N., 320n
Astro-Theology (Derham), 87
Astronomical Lectures (Whiston), 86n
Astronomical Observations... (hermanos Herschel), 104
Atlántico, océano, 262, 265
Atlas (Humboldt), 295
Auclair, A., 327
Australia, 24
Azores, islas, 334

Babinet, Jacques, 235, 251
Bachelard, Gaston, 22
Bacon, Francis, 194
Bafiin, isla de, 263
Bailly, Jean-Sylvain, 149, 149n, 151, 152n, 158
Baird, Charles, 310-311, 311n, 312, 314-315, 317
Balada del viejo marino, véase *The Rime of the Ancient Mariner* (Coleridge)
Ball, Alexander, 276
Bamberg, 46
Banks, Joseph, 341
Barcelona, 276
Barents, duque de, 263, 266
Barents, mar de, 263
Barfield, Owen, 258
Barroco, 83
Barruel, Augustin, 71
Barrow, John, 283
Barthez, (autor), 135
Bartlett, R., 324
Bartram, William, 264
Basevic, V., 325
Bate, W. Jackson, 258n
Baudin, Nicolás, 15, 284, 284n, 330, 330n, 331, 331n, 332n, 335, 335n, 339, 350-351
Baumgartner, H. M., 64n
Bauza, Rafael, 310n
Bazaine, Pierre Dominique, 306, 310n, 311-313, 313n, 314, 316-320, 323, 326
Beck, C. H., 47n
Becker, Carl, 195n
Beddoes, Thomas, 274
Beiträge zur Optik (Goethe), 111, 116, 119, 122-126
Bélgica, 336, 337n
Belhoste, Bruno, 305n
Bell, Charles, 139
Bennet, J. A., 100
Berelowitch, W., 321
Berens V., 320n
Bergmännisches Journal, 286
Bericht der von dem Könige... 149n, 158n,161
Berkeley, Universidad de, 13
Berlín, 105, 171, 179, 187, 194, 214, 279, 295n, 340
Universidad, 135, 168, 180
Berlin, Isaiah, 82, 82n
Bernouille, Jean, 35
Bernoulli, Jakob, 89
Berthelot, Sabin, 330, 350
Berthoud, Louis, 289, 289n, 348
Berzelius, Jons Jacob, 207n, 247
Bertrand, A., 161
Besse, Jean-Marc, 288n
Betancourt, Agustín de, 14, 303-304, 307-310, 310n, 311-315, 317-320, 324, 326
Beyle, Henri (Stendhal), 12, 22, 28, 30-31, 296
Biblia, 231
Bichat, Marie-François-Xavier, 142, 142n, 143, 143n
Billeskov Jansen, F. J., 231n, 251, 253
Binzwanger, L., 61n
Birembaut, A., 326
Black Coomb, montaña, 273
Biographia Literaria (Coleridge), 258
Biot, Jean Baptiste,13, 37, 187, 197, 216, 218, 218n, 219-223, 225
Birmingham, 311
Bittel, Karl, 158n
Blake, William, 25, 25n, 271
Blanckaert, Claude, 280n
Blanning, T. C. W., 190n
Bloch, Ernst, 67

Blondel, C., 187n
Blumenbach, Johann Friedrich, 13, 63, 135-136, 139-140, 202
Bödeker, Hans Erich, 190n
Bogdanov, B., 325
Bogoliubov, A., 304, 305n, 320n, 321-323
Böhme, Jacob, 44-45
Boilly, Louis-Leopold, 26, 28, 28n, 29-30
Bonaparte, Napoleón, 20, 24, 26-27, 29, 36, 40, 73
Bonnemains, J., 284n
Bonpland, Aimé, 279, 279n, 281, 283, 290, 294, 295n, 299, 339, 347-348
Borbones, familia, 20
Borda, Jean Charles, 187, 283, 286, 289, 289n, 290, 290n, 330, 348
Borie,149 (miembro comisión investigación de Mesmer)
Borowski L. E., 152n
Boscovic, Judler Josip, 71, 73
Bossi, Mauricio, 81n, 84, 84n, 209n, 226
Bossut, Charles, 72, 326
Boucher, François, 36
Bougainville, Louis-Antoine, 283
Bouguer, Pierre, 35, 284, 290n
Boulanger, C., 340
Boulton, Matthew, 308
Bouniakovsky, M. V., 318
Bourguet, Marie-Noëlle, 14, 280n, 281n, 284n, 290n, 295n
Boyle, Nicholas, 190n
Bozeranov, N., 320n
Bradley, James, 99
Brandt. A., 325
Brasil, 262
Breen, Jackie, 79, 160
Británicas, islas, 257, 262
British Association for the Advancement of Science, 258n
Britkin, A., 323
Brockhaus, F. A., 281n
Brougham, lord, 21
Broussonet, Augusto, 330, 348
Brown, J., 46, 48, 50, 59, 161
Brunswick, duque de, 170
Buch, Leopold von, 15, 330, 338, 340, 340n, 341, 341n, 342, 347, 350
Budaev, N., 320n
Buena Esperanza, cabo, 283, 289n, 350
Buffon, Georges-Louis, conde de, 75, 290
Bugge, Thomas, 240n, 244, 244n, 251
Burger, P., 63n, 68n
Burke, Edmund, 81-82, 201
Butts, R. E., 145n, 161
Byron, lord, 36

Cabanis, Pierre-Jean-Georges, 142, 142n, 143
Cadiz, 289n
Callot, Jacques, 23
Cambreleng (comerciante de Tenerife), 335
Cambridge, Universidad de, 86, 258n
Canarias, islas, 14-15, 40, 262, 274, 282n, 289, 298, 329-330, 335-336, 337n, 340-341, 348, 350-352
Caneva, Kenneth L., 209, 209n, 225, 230n, 249, 249n, 251-252
Cannon, Susan F., 187n
Canova, Antonio, 30, 30n
Cantor, Georg, 13, 165, 167n, 173, 173n, 176-177, 177n, 178, 178n, 179-180, 180n, 181, 181n, 182-184
Carnot, Sadi, 31, 306, 314, 314n, 317, 323
Carron Company, fábrica, 311n
Cartas cosmológicas... (Lambert), 90-91, 95
Carus, Karl Gustav, 57, 338, 338n, 339n
Casalon, (comerciante de Tenerife), 335
Cassini, Cesar Francois, 290n
Catalina II, reina de Rusia, 311n
Cauchy, Auguste, 22n, 33, 35, 177n, 318
Challe, Robert, 282n
Chamisso, Adelbert von, 342, 347
Chamouni, valle de, 283
Champagne, 342
Charmot, M., 282n
Chateaubriand, Francois-René de24-26, 28, 30, 77-78
Chenedollé, Charles, 72
Chénier, André, 75-76
Cherlet, 36
Chimborazo, volcaán, 299n, 300
China, 348
Christensen, Dan Ch., 208n, 225
Circulo Polar Antártico, *véase* Antártida
Círculo Polar Ártico, 263, 266
Clapeyron, Benoît Paul Émile, 306, 310n, 314, 314n, 317, 317n, 318-320, 326
Clark, James, 352

Clark, Matthew, 311, 311n
Clemente XIII, papa, 30
Coburn, Kathleen, 258n, 261n
Cohen, Claudine, 280n
Cohen, R. S., 161
Coleridge, Berkeley, 271-272
Coleridge, James, 274, 274n
Coleridge, Samuel Taylor, 14, 22, 25, 25n, 257-258, 258n, 259-268, 270-275, 275n, 276-277
Comedia Francesa, 29, 29n
Comte, Auguste, 19-21, 27, 31, 33, 35-36, 88
Condillac, Etienne Bonnot de, 32
Congo, 341
Constanza, lago, 154
Contribución a la historia de la filosofía moderna (Schelling), 63
Cook, James, 257, 262, 266, 282, 286, 289, 289n, 348
Cooke, Edward William, 35
Copenhague, 231, 239n
  Real Academia, 31, 208, 238
  Universidad, 248
Copérnico, Nicolás, 195, 203
Cordier, Henri, 279n
Cordier, Pierre Louis, 350
Córdoba (viaja con Humboldt), 289
Corsi, Pietro, 280n
Cosmos (Humboldt), 14, 301, 338-339
Costabel, P., 327
Cotopaxi, montaña, 299
Cottle, Joseph, 259, 259n, 260
Coulomb, Charles Augustin, 13, 186-188, 196-198, 206, 218, 221
Course of lectures... (Young), 197
Coyne, G. V., 253
Crantz, David, 264
Crelle, Leopold, 171-172
Crenne, Verdun de la, Jean-René-Antoine, marqués de, 348
Crítica de la razón pura, véase *Kritk der reinen Vernunft* (Kant)
Crítica del Juicio, véase *Kritik der Urt - heilskraft* (Kant)
Cuerpo de Ingenieros de Caminos y Canales, Madrid, 304
Cuerpo de Ingenieros de Vías de Comunicación, San Petersburgo 304, 310n
Cunningham, Andrew, 81n, 209n, 225, 281n
Cuadernos de notas (Coleridge), 264
Cumana, 296
Curell, Clara, 16
Curso de Filosofía Positiva (Comte), 20
Cuvier, Georges, 13, 74, 78, 128-129

D'Alembert, Jean-Baptiste Le Rond, 131
D'Alessandro, Giuseppe, 195n
D'Arcet, Jean, 149
D'Entrecasteaux, Antoine Raymond Joseph de Bruni, 283, 331n
D'Ons-en-Bray, Pajot, 307, 307n
D'Orbigny, Alcides Dessalines, 350
D'Urville, Jules Dumont, 350
Daiber, Jürgen, 210n, 225
Dallas, Universidad de, 13
Dalrymple, Alexander, 264
Dalton, John, 200, 247
Danilevskij, V., 325
Danilicev, S., 325
Dante, 23
Darcet, Jean, 74
Darlegung, 67-68, 68n
Darnton, Robert, 150-152, 161
Darwin, Charles, 61, 262
Darwinismo, 180
Dauben, J., 180n
David, Louis, 30, 30n
Davis, John, 263
Davy, Humphry, 13, 209, 215, 215n, 219, 221, 223, 225
De la Rive, Auguste Arthur, 224
De Place, D., 323
Dedekind, Richard, 179
Delambre, Jean Baptiste Joseph, 97
Delgado, J. A., 340n
Delille, abate, 74, 76
Delisle, Joseph Nicolas, 97
Deluc, Jean André, 187-188, 191, 194, 194n, 195, 197-204, 206
Demerson, J., 324
Demidov, S., 324
Denon, Dominique-Vivant, 295
Derham, William, 87
Descartes, René, 31, 37, 66, 131, 131n, 189, 204, 282n
Descripción física de las Islas Canarias (Humboldt), 340
Description de l'Égypte, 295
Desir de Gloir e (Lamartine), 79
Deslon, Charles, 149
Desormes, Bernard, 211
Desrois, abate, 72
Destrem, Maurice, 310n, 317, 319, 326-327
Dettelbach, Michael, 281n

Dhombres, Jean., 12, 21n, 22n, 248n, 252
Dhombres, Nicole, 12, 22n
Dibner, Bern, 208n, 211n, 212n, 225
Diderot, Denis, 23, 77
Dilthey, Wilhelm, 181n
Dirichlet, Peter, 170-171
Discours sur la poésie dramatique (Diderot), 77
Disko, isla, 263
Disquisitiones arithmeticae (Gauss), 169
Diston, Alfred, 344-345
Doble, Samuel, 16
Dobronravov, A., 320n
Doctrina de la Ciencia (Fichte), 68
Döllinger, Ignaz, 138, 138n
Dolomieu, Déodat de, 284n
Doré, Gustave, 269
Dorpat, 187
Dörries, M., 187
Drake, Francis, 262
Dresde, 139
Driver, Felix, 280n
Drouin, Jean-Marc, 295n
Du Bois-Reymond, Emil Heinrich, 209n
Du Bouchet, André, 287n
Dufay, Charles Francois222
Dulong, 207n
Dutertre, André26n
Duveen, D. I., 150n, 161

Edens, 329 (sube al Teide en 1715)
Edwards, M. R., 204n
Egipto, 24, 40, 287n, 295, 339
Eichhorn, Johann Gottfried, 195, 206
Eisenstein, Ferdinand, 170
El genio del Cristianismo, véase *Génie du Christianisme* (Chateaubriand)
El más antiguo programa de sistema del idealismo alemán, 66
El Principio Esperanza (bloch), 67
Elementa medicinae (Brown), 50
Elementos de la Filosofía de Newton (Voltaire), 72
Engelhardt, D., 60n, 61n, 209n, 225
Engell, James, 258n
Engelstoft, L., 246n
Enrold, F., 320n
Ensayo (Argand), 31
Erman, Paul, 214, 220, 220n, 225
Erxleben, Johann Polycarp, 196, 204-205
Eschenmayer, Adolph 57, 60
Escocia, 258
Escuela de Caminos y Canales, Madrid, 310
Escuela de Puentes y Caminos, Francia, 307
España, 275, 303-304, 307, 309, 309n, 311, 348
Espejo, Joaquín, 310n
Espejo, Miguel, 310n
Esquirol, Jean Etienne, 20
Essai politique sur la Nouvelle-Espag - ne(Humboldt), 295
Essai sur la géographie... (Humboldt), 295
Essai sur les machines (Betancourt), 309, 317
Establecimiento Real de San Isidoro, Madrid, 308
Estiria, 338
Etna, volcán, 283
Euclides, 31, 36, 38, 231
Euler, Leonhard, 34-36, 89
Europa, 20, 24, 191, 197, 200, 207-208, 212, 219, 274-275, 285-286, 294, 299, 303, 306, 309, 341, 348

Fabre, Alexander, 310n
Faraday, Michael, 13, 57-58, 166, 209, 219, 219n, 220, 220n, 221-223, 225
Faure, Elie, 23, 23n
Federico II, rey de Prusia, 89
Fedorov, S., 326Ferrandin-Gaza, Guillaume, 310n, 320
Fernando Poo, 350
Ferreirós, José, 13, 165, 169n, 171n, 173n, 179n, 183n, 184, 206
Fester, Richard, 191
Feuerbach, Ludwig, 55, 179
Feuillée, Louis, 283, 286, 290n, 330
Fichte, Johann Gottlieb, 12, 45, 59, 66-68, 68n, 116, 134-135, 146, 167
Filadelfia, 286
Fischer, Johann Christian, 195, 197
Fischer, Kuno, 47
Fisher, Jean-Louis, 280n
Flachat, Eugène, 318, 326
Flachat, Stephane, 318
Flamsteed, John, 99
Fleck, Ludwik, 223, 223n, 225
Fleurieu, Charles Pierre, (tomó mediciones en Canarias), 289n, 348
Florida, 264
Fontanes, Louis Marcelin de, 73, 76
Fontenelle, Bernard le Bovier de, 91, 91n, 196

Fontanon, Claudine, 305n, 323
Forman, P., 171, 171n, 184
Forster, Elborg, 191n
Forster, Georg, 282
Forster, Johann, 282
Forster, Robert, 191n
Fotometría... (Lambert), 89
Fourier, Joseph, 12, 20, 22n, 26, 26n, 27, 28, 30, 32-33, 39, 176n, 248, 251
Fox, R., 85
Français. M., 37
Francia, 12, 15, 19, 21-22, 56, 208, 211, 238, 275, 289, 295, 303-304, 306-309, 313-314, 317-318, 331n, 336, 337n
François, Étienne, 281n
Franklin, Benjamin, 149, 199
Franklin, John, 272n
Franksen,Ole Immanuel, 208n, 225
Freud, Sigmund, 34
Freycinet, M., 350
Friburgo, 340
  Escuela de Minas, 340
Friedman, Michael, 188n
Friedrich, Caspar David, 17, 107, 163, 255, 338n
Fries, Jacob Friedrich, 166, 183n
Frobisher, Martin, 263
Fulford, Tim, 81
Fulton, J. F., 150n, 161
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, 14, 16
Fundamentos Metafísicos (Kant), 244
Fundamentos para una teoría general de conjuntos (Cantor), 175
Furer. L. N., 325

Gabinete de Máquinas, Madrid, 304, 307
Gajduk, U. M., 323
Galeno, 148
Gales, 258
Galilei, Galileo, 24, 39, 44, 64
Galison, Peter, 280n
Gall, Franz Joseph, 135, 139-140
Galois, Evariste, 32-33
Galvani, Luigi, 13, 46, 202-203, 210n, 222, 224
García de Diego, J. A., 324
García Martín, Germán, 132
Gascoigne, Charles, 311, 311n
Gauss, Karl Friedrich, 13, 34-35, 78, 135, 165, 167n, 168, 168n, 169-170, 170n, 171, 171n, 172-174, 178, 182, 184, 194, 204, 206, 237
Gay-Lussac, Joseph-Louis, 300n, 337, 340
Gdenenko, B. V., 305n, 322
Gedicke, Friedrich, 191, 194, 204
Genette, Gerard, 280n
Genève, 30-31, 194, 201
Academia, 198
Génie du Christianisme (Chateaubriand), 24, 77
Génova, 211
Geoffroy de Saint-Hilaire, 128-129
Geometría (Legendre), 31
Gergonne, Joseph, 31-33
Géricault, Théodore, 36
Germain, Sophie, 30
Geschichte der Physij (Historia de la física), (Fischer), 197
Geymonat, L., 56
Gibraltar, 275-276
Giere, Ronald N., 254
Gilbert, P. J., 222, 306n
Gillispie, Charles Coulston, 209n, 225
Gillman, James, 274
Ginebra, *véase* Genève
Gladkih, R., 324
Gloy, K., 63n, 68n
Gluhov, V., 320n
Gmelin, Johann Friedrich, 194-195, 199, 201-202, 204-205, 205n, 206
Gnedenko, B., 320n, 322-323
Godlewska, Anne Marie Claire, 281n
Goethe, Johann Wolfgang von, 13-14, 22, 27, 63, 85, 109-115, 115n, 116-120, 122-124, 124n, 125-131, 131n, 137, 139, 143, 167, 189, 205, 209, 288n
Gomera, isla, 330
Gómez, Amparo, 16
Gómez, Thomas, 281n
Gómez-Geraud, Marie-Christine, 294n
González, Leonor, 16
González, Pilar, 16
Gotinga, *véase* Göttingen
Gottfried, Christian, 338n
Göttingen, 28, 168, 170-171, 181, 191-192, 194, 205, 340
  Observatorio Astronómico, 135, 168-169, 196
  Sociedad de Ciencias, 206
Universidad, 13, 135, 169-170, 180, 186, 190-191, 191n, 193-195, 197, 199-206, 272

Göttingische Gelehrte Anzeigen, 191, 203
Gouhier, Henri, 19, 19n
Gouzévitch, D., 321, 324, 326
Gouzévitch, Irina, 14, 321-322, 324
Gower, B. S., 189n, 230n, 252
Goya, Franciscode, 23
Gran Bretaña, *véase* Inglaterra
Gran Canaria, isla, 275, 341
Grecia, 24, 113
Greenwich, 267n
Gregory, F., 179n, 184
Grelon, A., 321
Grenoble, 28
  Escuela Central, 28
Griggs, E. L., 259n
Grigorian, A., 305n, 323
Groenlandia, 263, 270
Gros, Antoine, 26n
Grundlagen einer allgemeinen Mannich - faltigkeitslehre (Cantor), 176
Guayaquil, 299n
Gudin de la Brunellerie, Paul Philippe, 72
Guerlac, Henry, 187n, 244, 244n, 252
Guerra, María José, 16
Guezala, Pedro de, 345
Guillotin, Joseph-Ignace, 149, 149n
Gusdorf, Georges, 23, 23n
Gutiérrez, Antonio, 335, 345
Gutiérrez Calderón, Joaquín, 143

Haase, C., 201nHaeckel, Ernst,175, 180
Hachette, Jean, 211, 309
Haken, H., 64, 69
Hakluyt, Richard, 263, 263n
Hale, Georg Ellery, 88, 88n
Halle, 168, 340
  Universidad, 175, 180n, 214
Haller, Albert, 135
Hamy, Ernest-Théodore, 285n, 294n
Hannover, 168, 171, 191, 201
Hansteen, Christopher, 239n, 244, 244n
Haraway, Donna J., 280n
Hardenberg, Friedrich von (Novalis), 25, 25n, 41n, 81, 210n
Harding, A., 261n
Harding, M. C., 244n, 252
Hardisson, Ana, 16
Harrison, John, 289
Hartz. Montes, 272
Harvard, Universidad de, 150, 209n
Hasler, L., 52n, 60n, 61n
Hauy, René-Just, 78
Hayter, Alethea, 274n, 275n
Hazlitt, William, 274
Hearne, Samuel, 272n
Heberden, William, 290n
Heckmann, R., 60n, 63n
Henri, André, 310n
Heering, Peter, 187n, 188n
Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, 12, 54-55, 66n, 116, 134, 167, 167n, 179
Heidegger, Martin, 64, 67
Heilbron, J. L., 13, 85, 85n, 186n, 188n, 195n, 196n, 197n, 238n, 252
Heine, Heinrich, 167-168
Heller, S. J. M., 253
Helmholz, Herman, 209n
Helvellyn, monte, 272
Henderson, Fergus, 210n, 226
Henri, 320 (profesor francés en el ICVIC), 320, 325
Herbart, John Frederick, 166, 183n
Herder, Johann, 13, 167
Heredia, E. A., 324
Herivel, John, 248n, 252
Hermès (Chénier), 75-76
Hermite, Charles, 176
Hernández, Jesús, 16
Herrera Piqué, 329n (autor), 329n
Herrmann, Armin, 209n, 226
Herschel, Carolina, 14, 88, 97-104
Herschel, William, 14, 72-73, 88, 97-103, 103n, 104-105
Heuser-Kessler, Marie-Luise, 69, 69n
Heyne, Christian Gottlob, 206
Hierro, isla, 289, 330
Hilbert, David, 171, 176
Hindenburg, Carl Friedrich, 173
Historia de las ciencias inductivas (Whewhell), 31
Hitler, Adolf, 170
Hoffmann, Ernest Theodore Amadeus, 20
Hogarth, William, 194
Hokusai, Katsushika, 23
Holanda, *véase* Países Bajos
Hölderling, Friedrivh,67, 287, 287n
Holman, James, 350
Holmes, Richard, 275n, 277, 277n
Honeit, M., 130n
Hoock-Demarle, Marie-Claire, 281n
Horae, 114-115
Hornos, cabo de, 262, 265
Hoskin, M., 99n
Houdon, Jean-Antoine, 28-29, 29n, 30

Hudson, bahía de, 263
Hudson, Henry, 263
Hufbauer, Karl, 194n, 199n, 200n
Hugo, Victor, 12, 36, 36n, 37, 37n, 38-39, 39n, 78-79
Humboldt, Alexander von, 13-15, 40-41, 167, 171, 205, 209, 222, 279, 279n, 280-281, 281n, 282, 282n, 283n, 284, 284n, 285-286, 286n, 287, 287n, 288, 288n, 289, 289n, 290, 290n, 291, 291n, 292-295, 295n, 296, 296n, 297n, 298-299, 299n, 300, 300n, 301, 301n, 330, 335, 337-340, 341n, 342, 347, 348
Humboldt, Wilhelm, 167, 284n, 340
Humboldt, Proyecto, 15
Hutchinson, Sara, 264, 272, 272n, 273, 273n, 274n

ICIVC, *véase* Instituto de Ingenieros de Vías de Comunicación
Ideas para una filosofía de la naturaleza (Schelling), 46-47, 51, 65
Ilgauds, H. J., 177n, 178n
Ilmenau, 110
Ilustración, 12, 24-25, 31-32, 36, 40, 84, 167-168, 183, 188-189, 196, 237, 303, 329
Imperio ruso, *véase* Rusia
Indias Occidentales, 276
Indias Orientales, 297
Indostán, 276
Inglaterra, 73, 84, 171, 198, 258-259, 271, 273-275, 289, 304, 308, 317, 331n, 336, 337n, 348
Instituto de Francia, 313
Instituto de Ingenieros de Vías de Comunicación (ICIVC), San Petersburgo, 305, 305n, 306, 317-318, 320
Instructio Peregrinatoris (Linneo), 332n
Introductio in analysis infinitorum (Euler), 34
Islinski, A., 305n
Italia, 111, 113, 275n
Ivanov, V., 325

Jaccottet, Philippe, 287n
Jackson, Andrew, 208n, 252
Jackson, H. H., 265n
Jacobi, Carl Gustav Jacob 170-171
Jacobs, W. G., 64n
Jacobsen, Anja Skaar, 14, 231n, 238n, 239n, 245n, 247n, 250n, 252
Jahnke, H. N., 168n, 184
Jahrbücher der Medezin als Wissenschaft, 58
Jaki, Stanley L., 90, 90n
Jamison, Kay R., 274n
Jamme, C., 67
Janich, 319 (alumno de Ostrogradsky)
Jansen, F. J., 208n, 226
Jardine, Nicholas, 81n, 209n, 225, 281n
Jaspers, Karl, 45, 61n
Jean Paul (Richter), 170n
Jelved, Karen, 208n, 226, 252-253
Jena, 114, 135, 139, 195, 207
Batalla, 170
Universidad de, 112, 114
Johnstone (mediciones), 290n
Jonas, H., 67
Jorge III, rey de Inglaterra, elector de Hannover, 100, 191, 201
Jorullo, volcán, 299
Jouffrroy, marqués de, 323
Journal de l'École Polytechnique, 314
Journal de Physique, 286
Journal des vies de communication, 318
Journal für die reine und angewandte Mathematik, 171
Jungnickel, C., 167n, 168n, 172n, 184
Jussieu, Antoine-Laurent, 13, 150, 150n, 158, 161, 331, 332n
Jussieu, M. de, 332n

Kant, Immanuel, 13, 45, 64-66, 69, 89, 89n, 90, 91n, 95, 97, 100-101, 115n, 116-117, 129n, 134, 136, 143, 145n, 152n, 161, 167-168, 171n, 172n, 177, 180-182, 188-189, 203, 230n, 237, 237n, 238, 240n, 241, 244, 252, 288n
Karpusenko, V., 324
Karvar, A., 321
Kästner, Abraham Gotthelf, 192, 194-197, 201, 201n, 203-206
Keelerse, James, 88
Kerbedz, S., 320n
Kielmeyer, Karl Friedrich von, 13, 46, 50, 136
Kiprianov, V. A., 322
Klein, Felix, 28, 28n
Klickstein, H. S., 150n, 161
Kline, Morris, 37
Klinger, Friedrich Maximilian, 82n
Knebel, Karl Ludwig von, 13, 112-113, 116, 124-126, 128

Knell, S. J., 198n
Knudsen, Ole, 208n, 251-252
Köchy, K., 146n
Königsberg, 171, 202
Konstanz, Universidad de, 13
Kotzebue, Otto von, 272, 272n, 342
Kragh, Helge, 239n
Kreidahl, August, 244
Krings, H., 60n, 63n
Kritik der Urtheilskraft (Crítica del Juicio) (Kant), 64-66, 115n, 136, 180
Kritk der reinen Vernunft (Crítica de la razón pura) (Kant), 64, 69, 115n, 181n
Kronecker, L., 176
Krumm (matemático danés), 244
Kubla Khan (Coleridge), 262, 264
Kuhn, Dorothea, 113, 113n, 129, 129n
Kuhn, Thomas, 34, 58
Kummer, Eduard, 171
Kundsen, J. M., 244n
Kupfer, 318 (matemático), 318
Küppers, Bernd-Olag, 47, 63n, 69n
Kury, Lorelai, 280n

L'Aquila, Universidad de, 13
L'astronomie (Gudin de la Brenellerie), 73
La Condamine, Charles Marie de, 284, 294, 295n
La contienda entre las Facultades (Kant), 174
La Coruña, 281, 296
La Géométrie en vers techniques (Desrois), 72
La Habana, 294
La Laguna, 285, 335
Universidad, 12
La Motte du Portail, Jacques Malo, 283
La Orotava, 285, 292, 297, 301, 335-336, 336n, 337n, 344
Jardín Botánico, 337, 337n, 345
La Palma, isla, 330, 335, 335n, 341
La Péyrouse, conde de, 283, 289n, 331n, 348
La prodigiosa historia de Peter Schlemihl (Chamisso), 342
Labillardière, M., 283
Labillardière, Jacques H. de, 348
Lacroix, Sylvestre Francois, 72, 78
Ladoga, canal, 317
Lagos, región de los, *véase* Lake District
Lagrange, Joseph-Louis, 12, 22n, 26-27, 29, 29n, 30, 34, 73
Laissus, Yves, 295n
Lake District, 258, 264, 268, 271, 274-277
Lamanon (mediciones), 290n
Lamartine, Alphonse de, 12, 27, 78
Lambert, J. H., 14, 88-89, 89n, 90, 90n, 91, 94, 94n, 95, 95n, 96, 96n, 97-98, 100-101
Lamé. Gabriel, 310n, 314n, 317, 317n, 318-319, 325-326
Landshut, Universidad de, 58
Langsdorff G. H. Von, 350
Lanz, José María, 309, 324
Lanzarote, isla, 340-341
Laplace, Pierre Simon de, 21, 27, 29, 72-74, 78, 153, 153n, 156, 187, 191, 197, 200, 204, 206, 208, 216, 218, 233, 236-237, 239, 242, 250
Larionov, A. M., 322
Larsen, Kate, 251
Las Cases, Emmanuel, 20
Laudan, L., 161
Launay, Louis de, 217n, 226
Lauritz-Jensen, C., 208n, 251, 253
Lavoisier, Antoine-Laurent, 12-13, 21, 30, 46, 76, 135, 149, 149n, 150-153, 153n, 161, 190, 194, 198-201, 204, 245-246
Lavrov, P., 320n
Le Génie de l'Homme (Voltaire), 72
Le Havre, 332
Le Roi, (miembro comisión investigación contra Mesmer), 149
Ledrú, André-Pierre, 15, 330, 330n, 332, 332n, 333, 335-337, 342-343, 348
Lefevre, W., 254
Leibniz, Gottfried Wilhelm von, 45, 145, 158, 176-177, 179-181, 181n, 182, 196
Legendre, Adrien-Marie, 31-32, 78
Leipzig, 46
Universidad, 46
Lemerciere, Népomucène, 74, 76
Lenoir, Pierre, 289
Leroux, Pierre, 38, 38n
Les trois régnes de la nature (Delille), 74
Lesage, George Louis, 198, 203-204
Lestringant, Frank, 294n
Leupold, Jacob, 308
Levere, Trevor H., 14, 258n, 267n, 274n
Lewis, C. L. E., 198n
Leyte, Arturo, 46n

Lichtenberg, Georg Christoph, 191-192, 194-197, 197n, 200-206
Licoppe, Christian, 284n, 290n
Linneo, Carl von, 111, 332n
Lipin, N., 320n
Lisboa, 87, 274
Litchfield, Richard B., 274n
Liverpool, 317
Livingstone, David N., 280n, 281n
Locke, John, 185
Londres, 191, 194, 215, 277, 341
Loos, Friedrich, 175, 180n
Lost Paradise (Milton), 260
Lotze, Hermann, 180-181, 181n, 182
Lowes, John Livingston, 262, 262n, 263-264, 266, 267n, 270, 270n
Luazo, Z., 323
Lucrecio, 75
Lugg, A., 152n, 161
Luis XVI, rey de Francia, 13, 149
Lukács, Georg, 44, 54-44
Lynning, Kristine, 245n, 252

Mac Gregor, Coleman, 352
Macarrón, Ángeles, 16
Mackenzie, Alexander, 272n
Madeira, islas, 274-275, 282, 334, 350
Madrid, 289n, 304, 307, 335, 335n, 339
Universidad Autónoma de, 14, 16
Magallanes, Fernando de, 262
Magallanes, estrecho, 262
Magendie, François, 139
Malta, 257, 275, 275n, 276
Malus, E., 85, 85n
Manchester, 317
Mandryka, A., 305n, 320n, 322
Manzoni, Alessandro, 27
Marcial, 111
Marcus, Adalbert Friedrich, 60
Mares del Sur, 329, 339
Marginalia (Coleridge), 264
María Antonieta, reina de Francia, 149
Marino, Luigi, 191n
Maron, I., 305n, 322-323
Marquet, O., 60n, 63n
Marruecos, 339
Marten, Frederick, 263, 270
Martín, Dolores, 16
Martín Collantes, Carlos, 327
Marx, Karl, 55, 179, 182
Maskov, B., 324
Masson, Francis, 348
Mauger, 330n, 332 (zoólogo en viaje con Baudin)
Max Planck, Instituto de Historia de la Ciencia, 13-14
Maxwell, William, 147n
Mayer, R., 57
Mayer, Johann Tobias, 89, 99, 196, 204, 206
Mays, J. C. C., 261n, 265
McCarthy, Joseph, 152n
McClelland, J., 168n, 184
McCormmach, R., 167n, 168n, 172n, 184
Mecánica Analítica (Lagrange), 30
Medina, Susana, 16
Méditations Poétiques (Lamartine), 78
Mediterráneo, mar, 275-276
Melloni, Macedonio, 105, 105n
Melnikov, Pavel, 306, 318, 320, 320n, 325
Mémoire sur la découverte du magnétis - me animal (Mesmer), 147, 155
Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur (Clapeyron), 314
Mémoire sur la théorie du mouvement des barques... (Bazaine), 312
Mémoires d'Outre Tombe (Chateaubriand), 77
Mémoires de mathématiques et physi - que de l'Académie des sciences, 97
Mercier, A., 323
Meschkowski, H., 180n, 184
Mesmer, Franz Anton, 13, 140, 146-147, 147n, 148, 148n, 149-151, 151n, 152-159, 161
Messier, Charles, 97-98
Metamorphosen der Pflanzen (Goethe), 111
México, 286, 299
Meya, Jorg, 208n, 226
Meyer, Kirstine, 208n, 212n, 226, 232n, 233n, 235n, 236n, 237n, 252-253
Meyer, R. W., 60n, 63n
Microcosmos (Lotze), 181
Middleton, W. E. K., 200n
Milbert, Jacques, 350
Milet, Claude, 38
Mill, John Stuart, 157, 157n, 161
Miller, David Philip, 281n
Milton John, 260
Mittag-Leffler, Gösta, 177, 178n
Mittelstra_, J., 161
Moheit, Ulrike, 284n
Moiseev, N. D.,305n, 322
Mojon, Giusseppe, 211
Moll, von, Karl Ehrenbert, 285n

Monge, Gaspard, 29, 72, 309, 326
Monneron, M., 290, 290n
Mont Wilson, observatorio de, 88n
Montalbetti, Christine, 280n
Montesinos, José, 14, 160
Monteverde, Agustín, 319n
Montiel, Luis, 60n
Morgan, Francis, 311n
Moscoso, Javier, 16
Moscú, 320n
Mottelay, Paul Fleury, 211n, 226
Munich, 57, 135
Murcia, Universidad de, 16
Murdock, Willliam, 307
Musenalmanach (Schiller), 111
Musset, Alfred de, 12, 22, 26, 29, 34, 34n, 35n
Mutschler, Hans-Dieter, 45n, 46, 51, 69n

Nachtstücke (Hoffmann), 20
Nápoles, 298, 340
Nartov, A. K., 307, 307n
Naumov, I. A., 323
Nava y Grimón, Tomás, marqués de Villanueva del Prado, 335-336, 336n, 337, 343
Navier, Claude-Louis, 306
Nelson, Horace, 267, 267n, 276, 335n
neohumanismo, 166-169, 171-173, 182-183
neoplatonismo, 131n
Nether Stowey, véase Stowey
Neues Organon (Lambert), 90
Newton, Isaac, 12, 64, 71-72, 75, 85-86, 96, 110-111, 116-119, 121-123, 125-126, 128, 130-131, 131n, 139, 177, 181-182, 185-186, 237, 239-240
Nicholson, Malcolm, 281n
Nielsen, Keld, 209n, 226, 230n, 252
Nilson, W., 184
Novalis, *véase* Hardenberg, Friedrich von
Novaya Zemlya, 263
Nueva Gales del Sur, 348

Odas y baladas (Hugo), 37
Oehlenschläger, Adam, 238n, 239, 243, 243n
Oersted, Hans Christian, 13-14, 57-58, 166, 204, 208, 208n, 212, 212, 213, 213n, 214-215-216, 219, 221, 224, 226, 230, 230n, 231, 231n, 232, 232n, 233, 233n, 234-235, 235n, 236, 236n, 237, 237n, 238, 238n, 239, 239n, 240, 240n, 241, 241n, 242, 242n, 243, 243n, 244, 244n, 245, 245n, 246n, 247, 247n, 248, 248n, 249, 249n, 250-253
Oerstedt, Mathilde, 253
Ohm, Martin, 173
Oken, Lorenz, 57, 60, 63, 209
Oldenburg, R., 47n
Olimpia, 72
Oliver, José, 16
Olms, G., 184
Olonec, 311n
On Nebulous Stars, Properly so Called (hermanos Herschel) 103
On the Construction of the Heavens (hermanos Herschel), 101
Óptica (Newton), 121, 128, 131, 139
Optometría (Lambert), 91
Ordóñez, Javier, 14
Orduña, Carlos de, 322
Organismo y libertad (Jonas), 67
Orientales (Hugo), 48
Orotava, *véase* La Orotava
Ortiz, E. L., 324
Oslo, 30
Ostrogradsky, Mikhail, 305, 305n, 306, 306n, 307, 318-320, 320n, 322-323
Outram, Dorinda, 280n
Ovidio, 170n

Pacífico, océano, 262, 348
Padua, 211
Países Bajos, 111, 238, 257, 336, 337n
Pansini, Valeria, 287n
Parerga und Paralipomena (Schopenhauer), 134, 141
París, 19-20, 34, 84-85, 149, 149n, 150, 152, 159, 207-208, 211, 215, 217, 221, 223-224, 248-249, 289n, 314, 314n, 317, 339, 340n
Asociación Politécnica, 314n, 318
Escuela de Minas, 331n, 332
Escuela Politécnica, 20, 26, 28, 30, 40, 216, 319
Museum National d'Histoire Naturelle, 331-332
Observatorio, 330
Salón de 1802, 28
Universidad de, 14
Parrot, G. F., 187-188
Parry, Charles, 273
Parry, Frederic, 273

Parry, Edward, 273, 273n
Paso del Noroeste, 263
Pattie, F. A., 147n, 161
Pauker, G., 320n
Payne, E. F. J., 136n
Pedersen, Olaf, 232n, 240on, 253
Pedro I, zar de Rusia, 307,
Perdomo, Inmaculada, 16
Pérez Quintana, Antonio, 12
Peron, Francois, 350
Perronet, Jean-Rodolphe, 307
Perú, 284, 298
Petrov, N., 320n
Peuser, J., 279n
Pfaff, Christoph Heinrich, 49, 220, 220n, 226
Philonenjo, Alexis, 47
Philosophical Transactions, 286
Philosophie botanica (Linneo), 111
Philosophical Transactions (Wessel), 30
Phipps, Constantine, 267, 267n
Pichincha, volcán, 284
Piene, Kay, 244n, 254
Pieper, R., 45n
Pietsch E. H. E., 194n
Pigeaud, Jackie, 22n
Píndaro, 72
Pingré, Alexander, (tomó mediciones en Canarias), 289n, 348
Pío VII, papa, 24
Pirineos, cordillera, 290
Pitón, monte, 296
Plantes équinoxiales (Humboldt), 295
Platón, 167, 171, 176
Plücker, Julius, 222
Plutarco, 168, 170-171
Poggendorf, Johann Christian, 13, 214, 215n, 219, 221, 224, 226
Poggi, Stefano, 81n, 84, 84n, 146n, 209n, 226
Pogrebysski, I., 320n
Poincaré, Jules, 176
Poisson, Simeon, 211
Polo Norte, 267
Polo Sur, 262
Polvani, Giovanni, 198n
Poppe, Kurt, 209n, 226
Popper. Karl, 118, 222n, 226
Porter, Roy, 209n, 226
Portugal, 348
Poser, Hans, 52n
positivismo, 23-24, 41
Potier, Charles, 310n, 319-320
Potsdam, 339
Pratt, Mary Louise, 281n
Priestley, Joseph, 198-199, 204
Prigogine, I.,64, 69, 69n, 70
Primera introducción a la Filosofía Natural General (Oerstedt), 232
Principal Navigations... (Hakluyt), 263
Principia (Newton), 177
Prony, Gaspard Riche de, 326
Proyecto de Historia de la Ciencia Danesa, 251
Proyecto de un sistema de filosofía de la naturaleza (Schelling), 47
Introducción, 47, 51, 57
Primer proyecto, 48, 51, 59
Prudnikov, V. E., 323
Prusia, 171, 172n, 313, 342
Puerto Rico, 348
Pugina, L., 305n, 323
Pulte, Helmut, 241n, 248n, 254
Purchas, Samuel, 262, 267, 270
Purchas his Pilgrimage... (Purchas), 264
Purkert, W., 177n, 178n
Purkinje, Jan Evangelista, 139
Pütter, Johann Stephen, 191n
Pyenson, L., 168n, 184

Quito, 298

Rábano Gutiérrez, A., 63n
Radius, Justus, 139
Rapports du physique et du moral de l'homme (Cabanis), 142
Raucourt, Antoine, 310n, 320
Recherches phylosofiques sur la vie et la mort (Bichat), 142
Recht, Roland, 288n
Reflexiones sobre la revolución francesa (Burke), 81, 82n
Reflexions sur la puissance motrice du feu (Carnot), 306, 314, 314n
Reil, Johann Christian, 135-136, 139-140, 140n, 141
Reill, Peter Hanns, 281n
Relation historique (Humboldt), 281, 285n, 286n, 289n, 290, 296-297, 299-301
Rembrandt, 23
Renacimiento, 12, 24
Renn, Jürgen, 14
Revolución francesa (1789), 11-12, 15, 20, 22, 24, 26, 31, 37, 73, 77-78, 114, 149n, 159, 170, 200, 342
Rhin, 257, 282, 336, 337n
Richard, Hélène, 283n

Riedlé, Anselmo 330n, 332, 350
Riemann, Georg Friedrich, 171, 183n
Ritter, Johann Wilhelm, 57, 105, 105n, 188, 199, 204, 208, 210n, 211, 224n, 227, 246
Rivera, J., 60n, 63n
Robert, Jean-Bernard, 22
Robinau-Weber, Anne-Gaëlle, 280n, 300n
Roe, Nicholas, 258n
Rol, M. V., 323
Roma, 24, 113, 117, 257
Romagnosi, Gian Domenico, 211
Romanticism in Science (Poggi & Bossi), 84
Romanticismo, 11-12, 14, 20, 22-24, 28-29, 37, 41, 43, 78-79, 81-85, 109-110, 130, 166, 183, 185-186, 230, 250, 257, 277
Röntgen, Wilhelm Conrad, 222
Röschlaub, A., 59-60
Ross, mar de, 267
Ross, James Clark, 267
Rossi, Carlo, 311
Rothschuh, E., 148n, 161
Rousseau, Jean-Jacques, 201
Rouvroy, Claude Henry, conde de Saint-Simon, 20, 38
Roy Fitz, 262
Royal Society, Londres, 87, 100-101, 104, 202, 215, 219, 260
Rucupichincha, montaña, 299n
Rudkjoebing, 231
Rudwick, M. J. S., 198n
Rumeu de Armas, A., 322-324
Rupke, Nicolas, 281n
Rusia, 303-304, 306-307, 309-310, 310n, 311, 311n, 312, 312n, 313-314, 317-319

Saadia, Emmanuel, 281n, 288n
Saar, Anja, 239n, 242n
Sabinin, E., 320n
Sachsen-Weimar, Carl August, duque de, 110
Saint-Etienne, 314n
Escuela de Minas, 314n
Escuela Politécnica, 314n
Saint Germaine, 317
Saint-Hilaire, 13, Étienne de
Saint-Simon, conde de, *véase* Rouvroy, Claude Henry
Saint-Thomas, isla, 348
Saint-Vicent, Bory de, 285n, 350
Sainte Croixe, isla, 348
Sallie (o Sallin), miembro comisión investigación contra Mesmer, 149
Salzburgo, 338
San Fernando, Centro Cultural, 16
San Petersburgo, 14, 304, 305n, 306, 314, 319, 320n
Sandkühler, H. J., 58n
Santa Cruz de Tenerife, 285-287, 289, 289n, 291, 294, 297, 299n, 330n, 335, 335n, 337, 344
Santa Helena, isla, 20
Santana, Margarita, 16
Santayana, George, 36, 36n
Sarton, George, 22n
Savart, Felix, 218
Saussure Horace-Bénédict de, 296, 296n
Scafell, montaña, 273
Schleiermacher, Friedrich, 135
Schelling, Friedrich, 12-15, 43-45, 45n, 46, 46n, 47, 47n, 48-49, 49n, 50-59, 59n, 60, 60n, 61, 61n, 62, 62n, 63, 63n, 64-67, 67n, 69, 69n, 70, 85, 85n, 116, 133-134, 136, 143, 146, 159, 166-167, 179-182, 188-189, 191, 204, 231, 244, 246, 246n, 254, 340
Schelling, K. H., 60
Schickore, Jutta, 207n
Schiller, Friedrich, 111, 114-115, 115n, 116-117, 119, 125-126, 167-168, 170, 338, 338n
Schlözer, A. L., 201
Schmidten Henrik Gerner, 248-249, 249n, 254
Schmied-Kowarzik, W., 64n, 67, 67n, 68, 68n
Schoell, F., 295
Schopenhauer, Arthur,13, 133-136, 136n, 137-138, 138n, 139-143, 146
Schott, H., 148n, 161
Schrimpf, Hans Joachim, 130, 130n
Schröter, M., 47n, 254
Schubert, G. H., 60
Schulz, Reinhard, 210n, 227
Schumacher, H. C., 167n
Schweigger, Johann Salomo, 13, 214, 214n, 219, 221, 227, 253
Seckel, Harald, 282n
Seckel, Raymond, 282n
Secord, J. A., 281n
Seebeck, Thomas, 204, 209
Segala, Marco, 13
Selle, Götz von, 203n

Sepper, Denis L., 13, 85n, 118n, 131n
Serres, Michel, 35
Sevastjanov, 320 (Profesor en el ICVIC)
Sevilla, Universidad de, 13
Shaffer, S. 99, 99n, 209n, 227
Shapin, Steven, 280n
Shelley, P. B., 85, 85n
Shelvoke, George, 261, 276
Sibum, H. O., 208n, 226, 290n
Sicilia, 257, 275n, 284n, 298
Sierra Leona, 350
Simon, Paul Louis, 187-188, 197
Siracusa, 169n
Sistema del idealismo trascendental (Schelling), 46
Sklarevic, V., 320n
Slough, 100
Smith, Christian, 15, 330, 340-341
Smith, Robert, 98
Snelders, H. A. M., 205n, 208n, 212n, 227
Sniatkov, S., 324
Snorrason, Egill, 208n, 251, 253
Sobko, P., 320n
Sobre la vista y los colores (Schopenhauer), 137-139
Sobre el órgano del alma (Soemmerring), 140
Sobre el verdadero concepto de la filo - sofía de la naturaleza (Schelling), 52-53
Sociedad de Historia de la Naturaleza, 114
Socinenie, A. K., 324
Sócrates, 131n
Söderbaum, Hendrik Gustav, 227
Soemmerring, Samuel Thomas, 139-140
Sokolovskij, E., 322
Somerset, 259
Sonnini, M., 332n, 333
Sorensen H. K., 242n, 251
Southey, Robert, 260, 274-275, 275n
Spary, Emma C., 281n
Spinoza, Baruch, 45, 54, 176, 176n, 177, 179-182
Spitzbergen, 263, 270
Staiger, Emil, 115
Stansfield, Dorothy, 274n
Starobinsky, Jean, 23, 23n, 36
Stassov, Vassili, 311
Staszak, Jean-François, 281n
Stauffer, R. C., 231n, 254
Staunton, George, 348
Steffens, Heinrich, 57, 209, 231
Steinle, Friedrich, 13, 145n, 208n, 216n, 219n, 222n, 223n, 227, 251
Stendhal, *vease* Beyle, Henri
Stengers, I., 69n
Stern, Joseph Peter, 194n
Stokalo I. Z., 323
Stolpe, 340
Stowey, 259, 261, 272
Stromeyer, Friedrich, 135, 206
Stuart, Daniel, 276n
Stump, David, J., 280n
Suiza, 154, 159, 198
Svalbard, *véase* Spitzbergen

Tagebücher, (Humboldt), 286, 298-299
Taylor, Brook,259
Teatra machinarum (Nartov), 307, 307n
Teich, Mikulás, 209n, 226
Teide, monte, 279-280, 282-283, 285, 287, 290, 292, 294, 298-299, 299n, 300-301, 329-330, 335, 339-340, 346, 349, 351
Tenerife, isla, 15, 274-275, 280-282, 282n, 283, 285-286, 288-289, 289n, 290, 291n, 295, 297, 299-301, 330, 330n, 332, 335, 335n, 339, 341-342, 348, 350, 353
Teoría Analítica del Calor (Fourier), 26
Teutsche Merkur, 112
The History of Greenland... (Crantz), 264
The Mechanical Part of Natural History (Oerstedt), 239n
The Rime of the Ancient Mariner (La balada del viejo marino), (Coleridge), 14, 25, 261-265, 267, 269-270
The Three Graves (Las tres tumbas), (Coleridge), 261
The Voyage into Spitzbergen... (Marten), 263
Thelwall, John, 259, 259n, 274n
Thoth el Egipcio, 259
Throughton (sextante de), 290
Thune, R. G. F., 244
Tilliette, X., 45n, 56
Tischbein, J., 120
Tischner, Rudolph, 147, 147n, 158n, 161
Tobin, Webb, 264, 264n
Toellner, Richard, 60, 60n, 61n
Toftlund Nielsen, Hans, 239n, 254
Toledo, Sergio, 16, 72n, 160
Toronto, Universidad de, 14
Torquato Tasso (Goethe), 129

Tosca, Tomás Vicente, 172
Toulon, 40
Tournefort, Joseph Pitton de, 294, 297
Tower, T., 325
Traité de calcul différentiel et integral (Lacroix), 78
Traité de physique expérimentale et mathématique (Biot), 187
Traité élémentaire sur le fluide électro - galvanique (Deluc), 202
Transactions Philosophicae (Edens), 329
Tratado sobre la Geometría Analítica Elemental (Comte), 31
Travels Through North and South Carolina... (Bartram), 264
Treder, Hans-Jürgen, 58n
Trendelenburg, F. A., 180-182
Trieste, 276
Trinidad, isla, 330n, 337, 348
Trunz, Erich, 116n
Tsoyopoulos, Nelly, 60n, 61n
Tuffet, 330n, 332 (médico acompañante de Baudin)
Túnez, 339
Tungurana, montaña, 299
Turín, 29
Turner R. S., 172n, 184
Turner, J. M. W.,35

Über den Willen in der Natur (Schopenhauer), 142
Uceniki, M. V., 323
Uerlings, Herbert, 209n, 227
Uriarte, Cristina, 16
Uslar, Detlev v., 61n

Vadimov, V., 325
Van Fraasen, Bas C., 222n, 227
Van Marum, Martinus, 224
Vancouver, George, 289n
Vanloo, Chales Amedee, 36
Varela, D. J., 289
Vasiliev. V., 324
Vaucanson, Jacques, 307
Vaux, Clotilde de, 20
Velut, Sébastien, 281n
Vesubio, volcán, 299-300, 300n, 340
Viado, Joaquín, 310n
Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente (Humboldt), 14
Vie de Henry Brular d (Stendhal), 28
Viera y Clavijo, José de, 286, 286n
Villanueva del Prado, marqués de, *véase* Nava y Grimón, Tomás
Virginskij, V., 325
Visnegradsky, I., 320n
Vogt, Carl, 179, 181
Volga, río, 312
Volkov, 318, 320 (antiguo alumno de Clapeyron en St. Petersburgo)
Volney, Constantine Francois Chasseboeuf, conde de, 295
Volta, Alessandro, 13, 20, 46, 187-188, 191, 196, 198-200, 202, 204, 210n, 211, 220-221, 224
Voltaire, Francois Marie Arouet, 29, 29n, 36, 71, 190
Vorlesungen über die Entwiclung... (Klein), 28
Voronin, M., 305n, 320n, 322
Voronina, M., 305n, 320n, 322, 327
Voyage aux régions équinoxiales (Viaje a las regiones equinocciales),(Humboldt), 296, 338
Voyage dans la Haute et Basse Égypte (Denon) (comprobar nombre), 295
Voyage en Égipte et en Syrie (Volney), 295
Voyages dans les Alpes (Saussure), 296
Vulpius, Christiane, 114

Warnke, Camilla, 62n
Waterloo, 20
Watt, James, 20, 29, 306-308, 314, 317
Watteau, Jean-Antoine, 23
Webb, P. Barker, 330, 350
Weber, W., 170
Wedgwood, Tom, 274-275, 275n
Wedgwood, Josiah, 274
Wegner, M., 130n
Weierstrass, Karl, 171
Weimar, 111-113, 137, 139
Weingerg, Steven, 131
Weizäker, W., 61n
Werner, A. G., 340
Werner, Michael, 281n
Wessel, Caspar, 30-31
Westall, Richard, 267n
Westfall, Richard S., 254
Wetzels, W. D., 209n, 227
Whalley, George, 264n
What Coleridge Thought (Barfield), 258
Whewhell, William, 31
Whiston, William, 86, 86n
White, John, 348
Wieland, hristoph-Martin, 112
Williams, Leslie Pearce, 208n, 227, 230n, 231n, 254
Willdenow Carl Ludwig, 294

Wilson, Alexander, 311
Windsor, 100, 194
Withers, C. W. J., 280n, 281n
Wolf, Christian von, 167-168, 196
Wolfzettel, Friedrich, 280n, 295n
Wolters, Gereon, 13, 145n, 161
Woodring, carl, 264
Wordsworth, William, 260-261, 272, 276-277
Wordsworth, Dorothy, 261
Wright de Durham, Thomas, 87, 87n, 90, 91n, 101
Wundt, 178 psicologo

Xenien (Goethe); 111

Young, Thomas, 20, 122, 197

Zaharov, V., 325
Zandkühler, 61n, 67n
Zapiska, P. P., 325
Zitkov, S. M., 322
Zur Farbenlehre (Teoría de los colores) (Goethe), 85, 128, 130,137, 139

Zuravsky, D., 320n